



(19) INSTITUTO NACIONAL  
DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL  
PORTUGAL

(11) **Número de Publicação: PT 90551 B**

(51) **Classificação Internacional: (Ed. 6)**

G01F001/28 A G01F001/26 B  
G05D007/06 B

**(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) **Data de depósito:** 1989.05.12

(30) **Prioridade:** 1989.02.17 JP 63/38965

(43) **Data de publicação do pedido:**  
1990.08.31

(45) **Data e BPI da concessão:**  
05/95 1995.05.03

(73) **Titular(es):**

TOMOE TECHNICAL RESEARCH COMPANY  
2-91-1 HONJYO-NAKA, HIGASHI-Osaka-SHI  
OSAKA-FU JP

(72) **Inventor(es):**

KOUZI KAWAI JP

(74) **Mandatário(s):**

JOÃO DE ARANTES E OLIVEIRA  
RUA DO PATROCÍNIO 94 1350 LISBOA PT

(54) **Epígrafe:** VÁLVULA DE BORBOLETA COM UM FUNCIONAMENTO PARA MEDIR UM CAUDAL E PROCESSO PARA  
MEDIR UM CAUDAL COM ESSA VÁLVULA DE BORBOLETA

(57) **Resumo:**

[Fig.]

90.551

Descrição referente à patente de invenção de TOMOE TECHNICAL RESEARCH COMPANY, japonesa, Industrial e comercial, com sede em 2-91-1 Honjyo-Naka, Higashi-Osaka-shi, Osaka-fu, Japão, (inventor: Kouzi Kawai, residente no Japão), para "SISTEMA DE VÁLVULA BORBOLETA COM UMA FUNÇÃO PARA MEDIR UM CAUDAL E PROCESSO PARA MEDIR UM CAUDAL COM ESSA VÁLVULA DE BORBOLETA"

#### DESCRIÇÃO

#### ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se a uma válvula de borboleta e, mais particularmente, a uma válvula de borboleta tendo uma função de medição de um caudal de um fluido que passa através da válvula de borboleta. A presente invenção refere-se também a um processo para a medição de um caudal com uma válvula de borboleta, bem como a um processo de controlo de um caudal com uma válvula de borboleta.

Em geral, uma válvula de borboleta tem um elemento de válvula que está montado rotativamente num corpo principal e fixado num veio da válvula que está fixado rotativamente no corpo principal. O veio da válvula é operado do exterior do corpo principal manualmente ou por meio de um actuador pneumático ou eléctrico de modo a rodar o elemento de válvula, modificando desse modo a abertura da válvula.

O caudal de um fluido que passa atra-

vés de uma tal válvula de borboleta pode ser controlado medindo o caudal por meio de um dispositivo de medição e alterando a abertura da válvula com base no valor do caudal medido.

Uma tal medição do caudal é feita por exemplo por um medidor de fluxo que é independente da válvula de borboleta e está instalado na vizinhança da válvula de borboleta. Neste caso, o caudal medido por este medidor de fluxo é considerado como um caudal do fluido que passa através da válvula de borboleta.

Um medidor de fluxo típico usado para este fim é um medidor de fluxo do tipo de pressão diferencial, que compreende um orifício proporcionado num tubo no qual é instalada a válvula de borboleta, e um sensor de pressão capaz de detectar a pressão diferencial através do orifício, isto é, entre os lados de montante e jusante do orifício. O caudal é determinado a partir da pressão diferencial detectada  $\Delta P$  e de um coeficiente de capacidade (Valor  $Cv$ ) que é um valor constante específico do orifício e determinado de antemão, por exemplo experimentalmente.

Como uma modificação de um tal medidor de fluxo do tipo de pressão diferencial constituído por um orifício e um sensor de pressão, para obter uma construção compacta do sistema, há um sistema de combinação que utiliza a própria válvula de borboleta como tal orifício. Designadamente, um tal sistema de combinação compreende um sensor de pressão capaz de detectar a pressão diferencial do fluido através da válvula de borboleta e meios para detectar a abertura da válvula de borboleta. Determina-se um coeficiente de capacidade (valor  $Cv$ ) em função da abertura da válvula, específico para esta válvula de borboleta, por exemplo experimentalmente. Assim, determina-se o caudal a partir da pressão diferencial  $\Delta P$  detectada e do valor do coeficiente de capacidade  $Cv$  correspondente à abertura da válvula detectada. Este sistema de combinação é proposto na patente japonesa não examinada Nº. 62-270873 da Requerente.

Outro sistema de combinação semelhante ao sistema de combinação atrás mencionado de uma válvula de borboleta e de um sensor de pressão está descrito no modelo de

utilidade japonês não examinado Nº 62-1117, que está concebido para medir o caudal de um fluido que passa através de uma válvula de corrediça usada como tal orificio. Assim, este sistema de combinação compreende um sensor de pressão capaz de detectar a pressão diferencial através da válvula de corrediça e meios para detectar a elevação da válvula de corrediça. Determina-se de antemão um coeficiente de capacidade (valor  $C_v$ ), em função da elevação da válvula, específico para esta válvula de corrediça, por exemplo através de uma experiência. Assim, o caudal é determinado pela pressão diferencial  $\Delta P$  detectada e o valor do coeficiente de capacidade  $C_u$  correspondente à elevação detectada da válvula.

Foram também usados medidores de fluxo de outros tipos diferentes do tipo de pressão diferencial atrás mencionado. Por exemplo, tornou-se conhecido um sistema no qual a abertura da válvula de borboleta montada numa conduita de um fluido condutor é controlada por meio de um medidor de fluxo electromagnético colocado independentemente na vizinhança da válvula de borboleta.

Em geral tem-se considerado que o binário necessário para rodar o elemento de válvula e para fixar a mesma com a abertura da válvula desejada é de preferência pequeno, porque o binário mais pequeno exige um binário exterior mais pequeno e portanto um actuador mais pequeno. Prefere-se o binário mais pequeno também do ponto de vista da manejabilidade.

Deste ponto de vista, fizeram-se estudos e pesquisas intensas com a finalidade de reduzir o binário dinâmico aplicado ao elemento de válvula em torno do veio da válvula pelo fluido que passa através da válvula de borboleta. Por exemplo, a Requerente propôs, na patente japonesa não examinada Nº. 55-142169 e na 56-28355, válvulas de borboleta equipadas com sedes anulares capazes de reduzir o binário de accionamento exterior.

As válvulas de borboleta conhecidas, incluindo as que atrás se descreveram, funcionam apenas como um limitador, no qual o elemento de válvula limita o fluxo do fluido.

Assim, para permitir que uma válvula de borboleta regule ou controle o caudal, é necessário instalar meios apropriados para medir o caudal no trajecto do fluxo do fluido, além do elemento de válvula. Um sistema de válvula de borboleta incluindo tais meios de medição do caudal complica portanto a construção da passagem do fluxo, não logrando satisfazer o requisito de uma construção compacta.

Faz-se também notar que na tendência para existirem desvios quantitativos e de tempo entre o caudal medido pelo medidor de fluxos e o caudal actual através da válvula de borboleta, devido ao facto de o caudal ser medido indirectamente ou numa posição afastada da válvula de borboleta. Isso torna difícil medir e portanto controlar o caudal com precisão.

#### SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Por conseguinte, a presente invenção tem por objecto proporcionar uma válvula de borboleta que, além da função de limitação, tem também uma função de medição de caudal.

Mais especificamente, um primeiro objecto da presente invenção consiste em proporcionar uma válvula de borboleta na qual o elemento de válvula e o veio da válvula funcionam como sensor para a medição do caudal.

Um segundo objecto da presente invenção consiste em proporcionar um processo para a medição do caudal de um fluido que passa através de uma válvula de borboleta no qual o elemento de válvula e o veio da válvula de borboleta funcionam como um sensor.

O primeiro objecto da presente invenção pode ser atingido por uma válvula de borboleta que tem uma função de medição de um caudal de um fluido através da referida válvula de borboleta, que compreende:

um corpo principal,

um veio de válvula fixado rotativamente no referido corpo principal,

um elemento de válvula fixado no referido veio de válvula e montado rotativamente no referido corpo

principal,

um dispositivo de detecção da abertura da válvula para detectar uma abertura da válvula de borboleta referida, e

um dispositivo de detecção para detectar um binário dinâmico aplicado ao referido elemento de válvula em torno do referido veio da válvula pelo referido fluido.

O segundo objecto da presente invenção pode ser conseguido por um processo de medição de um caudal de um fluido que passa através de uma válvula de borboleta que comprehende as fases de:

- detectar uma abertura da válvula de borboleta,

- detectar um binário dinâmico aplicado ao referido elemento de válvula em torno do referido veio de válvula pelo referido fluido, e determinar o referido caudal em função da referida abertura da válvula e do referido binário dinâmico detectados.

De acordo com uma experiência realizada pelo inventor, mostrou-se que o caudal de um fluido que passa através de uma válvula de borboleta pode ser determinado substancialmente de maneira definitiva pela abertura da válvula, o binário dinâmico aplicado pelo fluido ao elemento da válvula de borboleta em torno do veio da válvula e uma característica específica de cada válvula de borboleta, desde que a medição seja feita no mesmo fluido nas mesmas condições.

Por conseguinte, na válvula de borboleta segundo a presente invenção, como a abertura da válvula é determinada pelo dispositivo de detecção da abertura da válvula e como o binário dinâmico aplicado pelo fluido ao elemento da válvula em torno do veio da válvula é detectado pelos dispositivos de detecção do binário, uma vez obtida de antemão a relação entre o caudal da abertura da válvula e o binário dinâmico específico de cada válvula de borboleta, é possível determinar o caudal a partir da abertura da válvula detectada e do binário dinâmico detectado.

Em geral, o caudal de um fluido que passa através de uma válvula de borboleta é governado pela

pressão diferencial através da válvula de borboleta, isto é, entre os lados de montante e de jusante da válvula de borboleta e pela característica que é peculiar à válvula de borboleta, desde que o tipo de fluido e as condições do escoamento não se alterem.

Assim, o caudal  $Q$  pode exprimir-se pela seguinte fórmula (1) sob a forma de uma função  $F$  das variáveis  $\theta$  (abertura da válvula) e  $\Delta P$  (pressão diferencial):

$$Q = F (\theta, \Delta P) \quad (1)$$

A função  $F$  é determinada de acordo com factores tais como o diâmetro do elemento de válvula, a configuração do elemento de válvula, etc... Será naturalmente compreendido que o valor da função  $F$  aumenta quando aumentar cada um ou ambos os valores da abertura  $\theta$  e da pressão diferencial  $\Delta P$ . Por conseguinte, uma vez determinada a função  $F$  específica para cada válvula de borboleta, por meio de uma experiência ou por uma análise teórica, pode determinar-se definitivamente o caudal  $Q$  para cada válvula de borboleta pela medição do valor da abertura  $\theta$  da válvula e da pressão diferencial  $\Delta P$  e substituindo os valores medidos na expressão pré-determinada da função  $F$ .

A atenção do inventor foi atraída para o facto de o binário dinâmico aplicado ao elemento de válvula em torno do veio da válvula pelo fluido variar de acordo com a variação do caudal. Apresenta-se agora uma discussão de uma função  $G$ , correspondente à fórmula (2), que utiliza a abertura  $\theta$  da válvula e o binário dinâmico  $T$  como variáveis, como alternativo ou em substituição da referida função  $F$ :

$$Q = G (\theta, T) \quad (2)$$

Para avaliar esta função, o inventor realizou uma experiência com as seguintes fases I a VII :

I) Aplicar uma pressão diferencial desejada  $\Delta P$  à válvula de borboleta.

II) Medir a abertura  $\theta$ , o binário  $T$

e o caudal  $Q$  do fluido que passa através da válvula de borboleta,

III) Medir e registar variações do binário  $T$  e do caudal  $Q$  provocadas por uma variação da pressão diferencial  $\Delta P$ , mantendo-se fixa a abertura  $\theta$ .

IV) Efectuar a mesma medição e o mesmo registo que em III) fazendo variar a abertura  $\theta$  de um ângulo apropriado  $\Delta\theta$ .

V) Efectuar repetidamente a medição e o registo das fases III) e IV) variando a abertura  $\theta$  desde  $0^\circ$  até  $90^\circ$ , a intervalos  $\Delta\theta$ .

VI) Efectuar, conforme for necessário as fases I) a V) para vários tipos de fluidos.

VII) Executar as fases I) a VI) para várias válvulas de borboleta.

Pode verificar-se, do resultado da experiência constituida pelas fases I) a VII), que a função  $G$  existe na prática. Por conseguinte, pode determinar-se a função  $G$  como característica peculiar de cada válvula sob a forma de uma fórmula empírica, preenchendo a falta de dados por uma interpolação apropriado ou por utilização de uma expressão com aproximação apropriada.

Por conseguinte, usando esta função peculiar  $G$ , é possível determinar definitivamente o caudal  $Q$  de um fluido que passa através da válvula de borboleta, pela medição da abertura  $\theta$  da válvula e do binário dinâmico  $T$ , sem a necessidade da medição da pressão diferencial  $\Delta P$ .

Será dada uma explicação teórica relativamente à existência da função  $G$  e da determinação prática dessa função  $G$ .

Em geral, é conhecido acerca da válvula de borboleta que existe uma relação funcional entre a abertura  $\theta$  da válvula e o valor  $C_v$  (coeficiente da capacidade da válvula de borboleta) que é uma função das variáveis  $Q$  (caudal) e  $\Delta P$  (pressão diferencial).

Existe também uma relação funcional entre a abertura  $\theta$  da válvula e o valor  $C_u$  (coeficiente de binário prático) que é uma função de variáveis  $T$  (binário dinâmico)

co) e  $\Delta P$  (pressão diferencial).

Assim, o valor de  $C_v$  e o valor de  $C_u$  são respectivamente expressos por uma função  $f$  das variáveis  $Q$  e  $\Delta P$ , e uma função  $g$  das variáveis  $T$  e  $\Delta P$ , como se mostra nas fórmulas seguintes (3) e (4)

$$C_v = f(Q, \Delta P) \quad (3)$$

$$C_u = g(T, \Delta P) \quad (4)$$

Admitindo que as condições representadas pelas seguintes fórmulas (5) e (6), nas quais o valor  $C_v$  e o valor  $C_u$  são respectivamente expressos por uma função  $ff$  da variável  $\theta$  e uma função  $gg$  da variável  $\theta$ ,

$$C_v = ff(\theta) \quad (5)$$

$$C_u = gg(\theta) \quad (6)$$

são satisfeitas, a fórmula seguinte (7), na qual o caudal  $Q$  é expresso por uma função  $f'$  das variáveis  $C_v$  e  $\Delta P$ , é derivada das fórmulas (3) e (5),

$$Q = f'(C_v, \Delta P) = f'(ff(\theta), P) \quad (7)$$

e a seguinte fórmula (8), na qual a pressão  $\Delta P$  é expressa por uma função  $g'$  das variáveis  $C_u$  e  $T$ , é derivada das fórmulas (4) e (6),

$$\Delta P = g'(C_u, T) = g'(gg(\theta), T) \quad (8)$$

Então, a fórmula (9), na qual o caudal  $Q$  é expresso por uma função  $K$  das variáveis  $T$  e  $\theta$ , é derivada das fórmulas (7) e (8),

$$Q = h(ff(\theta), g'(gg(\theta), T)) = K(T, \theta) \quad (9)$$

Deste modo, pode ver-se que a fórmula

(9) assim obtida é equivalente à fórmula (2): nomeadamente, a função  $K$  e a função  $G$  são idênticas. Assim, a experiência efectuada pelo inventor é materialmente equivalente à confirmação do facto de que as hipóteses das fórmulas (5) e (6) estão praticamente correctas e à determinação das funções  $ff(\theta)$  e  $gg(\theta)$  nas fórmulas (5) e (6).

De preferência, a válvula de borboleta segundo a presente invenção tem um actuador para rodar o elemento de válvula. Tal actuador permitirá que o elemento de válvula seja rodado e fixado com um binário que é muito maior que o exercido por um trabalho manual.

É também preferido que a válvula de borboleta segundo a presente invenção tenha um dispositivo de cálculo do caudal para calcular o caudal de um fluido como uma função pré-determinada da abertura da válvula e do binário dinâmico. Tal dispositivo de cálculo do caudal pode fornecer automaticamente na sua saída a caudal calculado.

Mais preferentemente, a válvula de borboleta segundo a presente invenção tem, quer o actuador, quer o dispositivo de cálculo do caudal. Nesse caso, é preferido que a válvula de borboleta também tenha um dispositivo de comando no qual possa ajustar-se externamente um caudal desejado e que instrui o actuador para rodar o elemento de válvula de modo tal que o caudal calculado se aproxime do caudal desejado. Nesse caso, o caudal pode ser controlado sem atraso através de uma retroacção dos dados medidos. De preferência, os meios de controlo estão adaptados de modo tal que o caudal desejado pode ser ajustado aos meios de controlo a partir de um local afastado, por telecomando através de meios de telecomunicações apropriados.

O actuador usado na válvula de borboleta segundo a presente invenção é de preferência um actuador eléctrico, um actuador pneumático, um actuador do tipo diafragma ou um actuador do tipo solenoide.

Os meios de detecção do binário usados na válvula de borboleta segundo a presente invenção de preferência incluem um detector de deformação proporcionado na haste da válvula e, mais preferentemente, um detector de forma-



ção compreende um extensímetro ligado à haste da válvula.

É igualmente preferido que os meios de detecção da abertura da válvula usados na válvula de borboleta segundo a presente invenção incluem um sensor de ângulo ligado à haste da válvula. Nesse caso, o sensor de ângulo de preferência compreende um potenciômetro ou uma codificador rotativo.

A válvula de borboleta segundo a presente invenção pode ser concebida ou como a válvula do tipo de nominado central, no qual o elemento de válvula está fixado na haste da válvula num eixo central do elemento de válvula ou a válvula do tipo chamado excêntrico no qual o elemento de válvula está fixado no veio da válvula num eixo excêntrico do elemento de válvula.

A função da abertura da válvula e do binário dinâmico usada no processo segundo a presente invenção é de preferência determinada experimentalmente. Nesse caso, a estimativa da função pode ser feita para todos os tipos de válvulas de borboleta.

A estimativa da função por via experimental pode basear-se numa hipótese de existir uma relação de proporcionalidade linear entre o binário dinâmico e o caudal quando a abertura da válvula se mantém constante. Nesse caso, podem simplificar-se a experiência e a estimativa.

O processo segundo a presente invenção para determinar o caudal pode utilizar uma carta que representa os valores do caudal em relação com a abertura da válvula e o binário dinâmico. Essa carta é de preferência obtida através de uma experiência.

A determinação do caudal no processo de medição segundo a presente invenção pode ser realizada rapidamente e de maneira fácil quando se utilizar um computador apropriado.

É também preferido que a válvula de borboleta seja controlada de modo tal que o caudal determinado pelo processo de medição segundo a presente invenção se aproxime do caudal desejado, que pode ser ajustado exteriormente. Nesse caso, pode realizar-se um controlo rápido do caudal por

meio de uma retroacção dos dados medidos.

#### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Nos desenhos anexos, as figuras representam:

A fig. 1, uma vista em perspectiva com corte parcial de uma porção de uma forma de realização da válvula de borboleta segundo a presente invenção;

A fig. 2, um diagrama esquemático de uma forma de realização da presente invenção;

As fig. 3 a 6, gráficos que mostram as funções usadas na presente invenção;

A fig. 7, um esquema de um sistema usado numa experiência efectuada numa forma de realização da presente invenção;

As fig. 8 e 9, gráficos que mostram o resultado da experiência; e

As fig. 10 e 11, gráficos que mostram as funções derivadas dos resultados das experiências.

#### DESCRIÇÃO DAS FORMAS DE REALIZAÇÃO PREFERIDAS

Vai descrever-se uma forma de realização preferida da presente invenção com referência aos desenhos anexos.

Com referência à fig. 1, que ilustra uma forma de realização da válvula de borboleta segundo a presente invenção, a válvula de borboleta tem um corpo principal (1) e um elemento de válvula (2) com um diâmetro exterior ligeiramente menor que o diâmetro interior do corpo principal (1). O elemento de válvula (2) é suportado rotativamente no corpo principal (1) por meio de um veio de válvula (3). Na forma de realização ilustrada, a disposição do elemento de válvula (2) em relação ao veio da válvula (3) é do chamado tipo central, no qual o elemento de válvula (2) está fixado no veio da válvula (3) no eixo central do elemento de válvula (2). Mais isso é apenas ilustrativo, podendo a disposição ser do tipo chamado excêntrico no qual o elemento de válvula (2) está fixado no veio de válvula (3) no eixo excêntrico do elemento de válvula. O veio de válvula (3) estende-se através de um furo do veio formado no



corpo principal (1). Um empanque de bucim (7) e um anel de vedação (8) estão colocados entre o veio da válvula (3) e a parede do furo do veio, para proporcionar uma vedação entre os mesmos, embora permitindo que o veio (3) da válvula rode em relação ao corpo principal (1). Uma chumaceira (6) no veio assegura uma rotação suave do veio da válvula (3).

O corpo principal (1) desta válvula de borboleta está ligado a um tubo (100) de uma maneira conhecida em si, como se mostra na fig. 2. O tubo (100) é usualmente feito de um metal ou de plástico e o diâmetro do tubo (100) está geralmente entre os limites de alguns milímetros e vários metros. De preferência, o diâmetro do tubo está compreendido entre mais de 10 mm e vários metros, mais preferentemente entre várias dezenas de milímetros e vários metros. Usualmente, fabrica-se um certo número de classes de válvulas de borboleta com dimensões diferentes do corpo principal (1), usando-se a dimensão de corpo principal (1) que se adapte ao diâmetro do tubo usado. Em geral, quanto maior for o diâmetro anterior do tubo (100), do corpo principal (1) e portanto do elemento de válvula (2) maior será o binário dinâmico aplicado pelo fluido com um sinal ao elemento de válvula (2) em torno do veio da válvula (3). Portanto, a precisão da medição de caudal aumenta-se mais facilmente quando os diâmetros interiores do tubo (100) e do corpo principal (1) forem maiores. Inversamente, o binário dinâmico é menor quando o sinal se torna menor quando as dimensões do corpo principal (1), isto é, as dimensões do elemento de válvula (2) se tornam menores. Assim, para aumentar a precisão da medição é preferido reduzir os níveis de ruídos, tais como ruidos eléctricos. Um grau mais elevado de conformidade entre o diâmetro interior do tubo (100) e o diâmetro interior do corpo principal (1) reduz qualquer turbulência de fluxo ao fluido que é gerado na junção entre o tubo (100) e o corpo principal (1). Nesse caso, o estado do fluxo de fluido que vem para o interior do corpo principal (1) aproxima-se mais estreitamente do estado de escoamento laminar. Esta característica é vantajosa particularmente na medição de grandes caudais.

Na forma de realização ilustrada, co

mo o diâmetro exterior do elemento de válvula (2) é ligeiramente menor que o diâmetro interior do corpo principal (1), a passagem do fluxo não fica completamente cortada mesmo quando a abertura da válvula for de  $0^\circ$ : A válvula de borboleta segundo a presente invenção pode no entanto ter um anel de assentamento ou um anel toroidal feito de borracha, de Teflon (marca registada) ou de metal, etc. na superfície periférica interior do corpo principal (1) de modo a contactar com o bordo periférico do elemento de válvula (2) para desse modo fechar completamente o fluxo do fluido quando a abertura da válvula for de  $0^\circ$ . A disposição também pode ser tal que se disponha uma outra válvula de borboleta ou outro tipo de válvula que possa fechar completamente a passagem do fluxo no tubo (100), em série com a válvula de borboleta segundo a presente invenção.

Um actuador (11) representado na fig. 2 está ligado operativamente a uma extremidade (9) do veio da válvula (3) de uma maneira conhecida em si. O actuador (11) é capaz de rodar o veio da válvula (3) de modo a fazer com que o elemento de válvula (2) rode em torno do eixo do veio da válvula (3). O actuador (11) é também capaz de fixar o veio (3) da válvula e portanto o elemento de válvula (2) num ângulo pré-determinado, determinando assim a abertura da válvula de borboleta. Como actuador (11) podem ser usados vários tipos de actuadores, tais como um actuador eléctrico, um actuador pneumático, um actuador de diafragma e um actuador do tipo de solenoide. A utilização do actuador (11) não é essencial. Designadamente, a válvula de borboleta segundo a presente invenção pode ser construída de modo tal que o veio (3) da válvula seja rodado manualmente.

Um detector de deformação ou de tensão capaz de uma torção diminuta do veio (3) da válvula é proporcionado no veio (3) da válvula. Usa-se de preferência um extensímetro conhecido, como detector de deformação (12). O valor da torção detectado pelo detector de deformação (12) é fornecido a um conversor de binário (13) que converte o valor da torção detectado em binário dinâmico que actua no elemento de válvula (2) tendendo a rodar o elemento de válvula (2) em torno do eixo do veio (3) da válvula e fornece na sua saída o va-

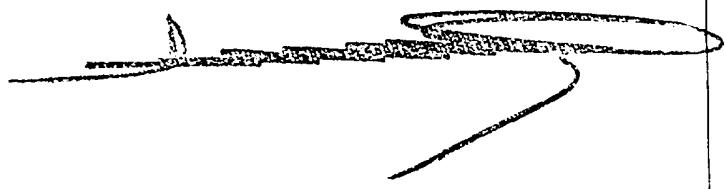
lor assim determinado do binário dinâmico.

O detector de deformação (12) e o conversor de binário, em combinação, proporcionam um dispositivo (14) de detecção do binário. Podem usar-se vários outros detectores de binário como meios para detectar o binário dinâmico aplicado ao elemento de válvula (2) em torno do veio (3) da válvula pelo fluido. É portanto possível utilizar um detector de binário dinâmico óptimo tendo em conta, quer a precisão da medida, quer o custo.

Para impedir que a deformação por flexão gerada no veio (3) da válvula seja incluída no sinal obtido a partir do detector de tensão (12), que se destina a detectar uma torção do veio (3) da válvula, há duas chumaceiras (6) do veio de cada lado do detector de deformação (12), de modo a impedir que a deformação de flexão seja transmitida ao detector de deformação (12). É preferido que a posição do detector de deformação (12) no veio (3) da válvula seja determinada de modo tal que o binário aplicado ao elemento de válvula (2) seja transmitido mais directamente ao detector de deformação (12). Deste ponto de vista, o detector de deformação (12) está disposto numa porção do veio (3) da válvula que é comparativamente próximo do elemento de válvula (2) através das chumaceira (6) e do empanque de buçim (7). Uma tal disposição melhora a precisão de detecção do binário dinâmico aplicado ao elemento de válvula (2).

A rotação do veio (3) da válvula é transmitida a um potenciômetro (15) como sensor de ângulo, através de uma engrenagem (10) formada na superfície periférica do veio (3) da válvula e uma engrenagem (4) que engrena na engrenagem (10). Assim, o potenciômetro (15) é capaz de fornecer um sinal indicativo do valor da rotação do veio (3) da válvula para um conversor de abertura da válvula (16) que converte este sinal no grau de abertura da válvula de borboleta.

Nesta forma de realização, a relação de transmissão entre as rodas dentadas (4) e (10) é escolhida de modo tal que o ângulo de rotação do veio (3) da válvula é amplificado pelo factor dois, permitindo assim uma maior precisão de detecção da abertura da válvula.



Assim, a roda dentada (10), a roda dentada (15), o potenciómetro (15) e o conversor (16) da abertura da válvula, em combinação, proporcionam um dispositivo de detecção da abertura da válvula (17). O potenciómetro (15) pode ser incorporado no actuador (11). É também possível dispor as coisas de modo que a rotação do veio (3) da válvula seja transmitida a um potenciómetro (15) separado através de outra engrenagem incorporada no actuador (11).

A utilização do potenciómetro (15) não é exclusiva. Por exemplo, o dispositivo (17) de detecção da abertura da válvula pode ter um codificador rotativo que é ligado à roda dentada (4) ou à (10) e que é susceptível de medir directa ou indirectamente o ângulo de rotação do veio (3) da válvula em termos do número de dentes das rodas dentadas (4) ou (10). O dispositivo (17) de detecção da abertura da válvula pode ser instalado numa porção do veio (3) da válvula que esteja do lado oposto ao elemento de válvula (2) relativamente ao dispositivo (14) de detecção do binário. As construções descritas do dispositivo (17) de detecção da abertura da válvula são apenas ilustrativas, podendo ser usadas vários outros dispositivos conhecidos como dispositivo (17) de detecção da abertura da válvula. A construção da válvula de borboleta segundo a presente invenção está representada na fig. 2 sob a forma de um diagrama esquemático.

Segundo a presente invenção, é possível determinar o caudal de um fluido que passa através da válvula de borboleta a partir do binário dinâmico  $T_m$  fornecido na saída do dispositivo (14) de detecção do binário e da abertura  $\Theta_m$  da válvula, fornecida na saída do dispositivo (17) de detecção da abertura da válvula.

A maneira mais simples de determinação é substituir o binário  $T_m$  e a abertura  $\Theta_m$  na fórmula (2), que exprime o caudal  $Q$  como função  $G$  do binário dinâmico  $T$  e da abertura  $\Theta$  da válvula, que é específica de cada válvula de borboleta e que foi determinada de antemão;

$$Q = G (\Theta, T) \quad (2)$$

Esta operação pode ser feita sem dificuldade por meio de, por exemplo, um calculador de secretaria, de modo que o caudal  $Q_m$  pode determinar-se definitivamente de acordo com os valores medidos do binário  $T_m$  e da abertura  $0_m$ . Em alternativa, pode preparar-se previamente uma tabela que dê os valores do caudal  $Q$  em função do binário  $T$  e da abertura  $0$ , de modo que se localiza nessa tabela o binário  $Q_m$  de acordo com os valores medidos do binário  $T_m$  e da abertura  $0_m$ . É assim possível conseguir atingir o primeiro objectivo da presente invenção pela combinação do dispositivo (14) de detecção do binário e do dispositivo (17) de detecção da abertura da válvula.

Nesta forma de realização, o binário  $T_m$  derivado do dispositivo (14) de detecção do binário e a abertura  $0_m$  derivada do dispositivo (17) de detecção da abertura da válvula são introduzidos como entrada no dispositivo de cálculo do caudal (18). O dispositivo (18) de cálculo do caudal é capaz de armazenar a função  $G$  da fórmula (2) atrás referida, que é específica de cada válvula de borboleta e que pode ser determinada de antemão. O dispositivo (18) de cálculo do caudal inclui também um dispositivo de operações aritméticas (20) que calcula o valor da função  $G$  da fórmula (2) utilizando os valores medidos do binário  $T_m$  e da abertura  $0_m$ . Assim, o dispositivo (18) de cálculo do caudal calcula e fornece na sua saída o caudal  $Q_m$  depois da recepção dos valores medidos do binário  $T_m$  e da abertura  $0_m$ . É possível adicionar uma correção ao resultado do cálculo por utilização da fórmula (2) a fim de compensar quaisquer desvios atribuíveis a uma variação de temperatura ou variações de factores, tais como a viscosidade e o peso específico do fluido. Uma tal correção pode ser efectuada sem dificuldade memorizando dados de correção necessários no dispositivo de memória (19). Os factores tais como a temperatura  $t$ , a viscosidade  $\zeta$  e o peso específico  $gr$  podem ser introduzidos como entrada no dispositivo (18) de cálculo do caudal, como parâmetros ajustáveis externamente. É também possível dispor as coisas de modo que estes factores sejam introduzidos automaticamente como entrada no dispositivo (18) de cálculo do caudal a partir de um termómetro, de um viscosímetro e de um gravímetro.

dispostos apropriadamente na passagem do fluido junto da válvula de borboleta. Os factores tais como a temperatura  $t$ , a viscosidade  $\zeta$  e o peso específico  $gr$  podem ser utilizados como variáveis da função  $G'$ , em vez de como parâmetros de correcção. Nesse caso, é necessário determinar a função  $G'$  como se mostra na seguinte fórmula (10) :

$$Q = G'(T, Q, t, \zeta, gr) \quad (10)$$

A determinação da função  $G'$  através de uma experiência é possível, embora seja necessário um grande número de fases para a experiência, ou comparação com o caso da determinação da função  $G$ .

Memorizando esta função  $G'$  no dispositivo (18) de cálculo do caudal, é possível obter uma válvula de borboleta com uma função para medir o caudal numa certa variedade de condições. Assim, a válvula de borboleta desta forma de realização pode ser aplicada a vários tipos de líquidos, tais como água, álcool, óleo lubrificante, óleo combustível, petróleo, etc. A válvula de borboleta é também aplicável a vários gases, tais como ar, gás combustível, gás de combustão vapor de água, etc., desde que se melhore a precisão do dispositivo de detecção do binário.

Na forma de realização ilustrada, o caudal  $Q_m$  fornecido na saída do dispositivo (18) de cálculo do caudal é introduzido como entrada no dispositivo de controlo (21) no qual se ajusta externamente um caudal  $Q_d$  desejado. O ajustamento externo do caudal  $Q_d$  pode ser feito por um dispositivo de telecomando conhecido, através de um dispositivo de telecomunicações apropriado, ou pode ser feito no local da válvula de borboleta. O dispositivo de controlo (21) opera por forma a calcular a diferença entre o caudal  $Q_d$  e fornecer uma instrução para o actuador (11) de modo a fazer com que o actuador (11) rode o elemento de válvula (2) num sentido em que se reduza a diferença. Dá-se uma descrição do funcionamento desta forma de realização. A válvula de borboleta é colocada numa porção do tubo (100) através do qual passa o fluido a controlar. O fluido, tal como água, óleo ou similar flui através do tubo

(100) com um caudal que é determinado pela pressão diferencial do fluido através da válvula de borboleta e pelo grau de abertura da válvula de borboleta.

Nesta forma de realização, a abertura da válvula é variável entre  $0^\circ$  e  $90^\circ$ . A abertura da válvula de  $0^\circ$  significa que o elemento de válvula foi rodado para a posição de abertura mínima, de modo que se deixa passar o fluido apenas através de um intervalo diminuto deixado entre o elemento de válvula (2) e o corpo principal (1). Inversamente, a abertura da válvula de  $90^\circ$  significa o estado no qual a válvula está completamente aberta, de modo que se tornou mínima a pressão diferencial do fluido através da válvula de borboleta. Parte-se aqui da hipótese de que o fluido está a passar através da válvula de borboleta que está ajustada para o valor desejado da abertura. O dispositivo (17) de detecção da abertura detecta a abertura da válvula e fornece o valor da mesma como abertura  $\theta_m$ . Entretanto, o dispositivo (14) de detecção do binário detecta o binário dinâmico que é produzido pelo fluido e que actua no elemento de válvula (2) de modo que tende a fazê-lo rodar em torno do eixo (3) da válvula, fornecendo o binário assim detectado como valor  $T_m$  do binário. Depois da recepção da abertura  $Q_m$  e do binário  $T_m$ , o dispositivo (18) de cálculo do caudal executa o cálculo da função  $G$  da fórmula (2) ou da função  $G'$  da fórmula (10), de modo a determinar o caudal  $Q_m$ , correspondente à abertura  $\theta_m$  e ao binário  $T_m$ , e fornece este caudal  $Q_m$  ao dispositivo de controlo (21). Depois da recepção do caudal  $Q_m$ , o dispositivo de controlo (21) opera para determinar qualquer diferença entre o caudal  $Q_m$  e o caudal desejado  $Q_d$  que é ajustado exteriormente e, se houver alguma diferença, fornece uma instrução para o actuador (11) de modo a permitir que o actuador (11) actue no veio (3) da válvula num sentido tal que reduz a diferença. Assim, a instrução dada pelo dispositivo de controlo (21) ao actuador (11) é escolhida nos três tipos seguintes:

- a) Instrução para aumentar a abertura da válvula que é dada quando se verificar a condição  $Q_d > Q_m$ .
- b) Instrução para reduzir a abertura da válvula que é dada quando se verificar a condição  $Q_d < Q_m$ .

  
c) Não é dada nenhuma instrução quando se verificar a condição  $Q_d = Q_m$ .

Portanto, a forma de realização descrita utiliza um anel de retroacção fechado que permite que o actuador (11) opere de modo tal que faz com que o caudal medido  $Q_m$  se aproxima indefinidamente do caudal desejado  $Q_d$ .

A instrução fornecida pelo dispositivo de controlo (21) ao actuador (11) cessa quando o valor medido do caudal  $Q_m$  se tiver tornado igual ao caudal  $Q_d$  em consequência do funcionamento do actuador (11), de modo que o actuador (11) deixa de operar, de modo a fixar o elemento de válvula (2), permitindo desse modo que se mantenha o caudal instantâneo  $Q_m$ . Qualquer variação do lado de montante e/ou do lado de jusante da válvula de borboleta provoca a variação do caudal  $Q_m$ , mesmo depois de se ter atingido a coincidência entre o caudal medido  $Q_m$  e o caudal  $Q_d$ . Porém, o anel de retroacção fechado atrás mencionado, permite que se varie a abertura da válvula sem atraso para recuperar o caudal  $Q_m$  coincidente com o caudal  $Q_d$ .

Como se compreenderá a partir da descrição anterior, na forma de realização ilustrada, o elemento de válvula (2) propriamente dito funciona quer como um sensor para produzir uma informação de caudal, quer como elemento limitador que limita o fluxo de fluido de acordo com a informação de caudal assim obtida. Assim, a medição do caudal pode fazer-se directamente e com um elevado grau de precisão sem estar sujeita a qualquer erro que de outro modo é provocado pelo afastamento entre o sensor e a válvula de borboleta e por um atraso temporal.

Dá-se a seguir uma descrição da maneira de ajustar a função  $G$  usada nesta forma de realização. A função  $F$  que aparece na fórmula (1) é bem conhecida e a fórmula (11) seguinte é usada como uma forma prática da função  $F$ :

$$Q = F(\theta, \Delta P) = \propto C_v \sqrt{\Delta P} \quad (11)$$

sendo

$$C_V = f f(\theta) \quad (5)$$

Na fórmula (11),  $\alpha$  representa um coeficiente de correção usado para a compensação de uma variação do resultado da medição provocada por uma variação dos factores, tais como o peso específico, a viscosidade e a temperatura do fluido. Assim, o caudal  $Q$  é proporcional à raiz quadrada da pressão diferencial  $\Delta P$ , se a abertura  $\theta$  for constante, sendo a constante de proporcionalidade  $\alpha C_V$ , como pode ver-se a partir da fórmula (11).

Nas fig. 3 e 4 estão representados exemplos de relações expressas pelas fórmulas (11) e (5), respectivamente. A forma de realização ilustrada admite a relação expressa pela fórmula (11). Esta forma de realização também parte da hipótese da condição da fórmula (12) seguinte como relação entre o binário  $T$ , a abertura  $\theta$  e a pressão diferencial  $\Delta P$ .

$$T = H(\theta, \Delta P) = \beta C_U \sqrt{\Delta P} \quad (12)$$

sendo

$$C_U = g g(\theta) \quad (6)$$

Na fórmula (11),  $\beta$  representa um coeficiente de correção usado para compensação de uma variação do resultado da medida produzida por uma variação dos factores tais como o peso específico, a viscosidade e a temperatura do fluido. Assim, o binário  $T$  é proporcional à raiz quadrada da pressão diferencial  $\Delta P$  se a abertura  $\theta$  for constante, sendo a constante de proporcionalidade  $\beta C_U$ , como pode ver-se na fórmula (12).

Nas fig. 5 e 6 estão representados exemplos de relações expressas pelas fórmulas (12) e (6), respectivamente.

A fórmula (13) seguinte é obtida por eliminação do termo da pressão diferencial  $\Delta P$  das fórmulas (11) e (12):

$$Q = G(0, T) = \left(\frac{C}{P}\right) \left(\frac{C_V}{C_U}\right) T \quad (13)$$

sendo

$$C_V = f_f(\theta) \quad \text{e} \quad C_U = g_g(\theta)$$

A fórmula (13) significa que, se a abertura  $\theta$  for fixada, o caudal  $Q$  é proporcional ao binário  $T$ , sendo a constante de proporcionalidade  $\left(\frac{C}{P}\right) \cdot \left(\frac{C_V}{C_U}\right)$ . É portanto possível determinar a função  $G(\theta, T)$  determinando, experimentalmente, valores de  $f_f(\theta)$  e  $g_g(\theta)$  com aberturas  $\theta$  variáveis.

Descreve-se a seguir um exemplo da experiência usada apropriadamente para a determinação dos valores de  $f_f(\theta)$  e de  $g_g(\theta)$ .

#### A. Sistema e instrumentos usados na experiência

O sistema e os instrumentos usados na experiência estão indicados no QUADRO seguinte. As chumaceiras (6) foram usadas para suportar o veio (3) da válvula. O diâmetro interior da carcassa (1) da válvula é determinado 2 mm maior que o diâmetro exterior do elemento de válvula (2). A fig. 7 mostra o esquema do aparelho. Um manômetro (22) pode medir a pressão  $P_1$  do fluido do lado de montante da válvula de borboleta (27), enquanto que a pressão diferencial  $\Delta P$  através da válvula de borboleta (27) é medida por um manômetro (23). O caudal  $Q$  de fluido que passa através da válvula de borboleta (27) é medido por um medidor de fluxo electromagnético (24). O fluido é fornecido por um dispositivo de alimentação (25) à válvula de borboleta (27), bem como à válvula de derivação (26) que é susceptível de variar o seu grau de abertura para ajustar um caudal desejado através da válvula de borboleta (27).

#### B. Processo de medição

Mediram-se os valores do binário  $T$ , da pressão diferencial  $\Delta P$ , da pressão  $P_1$  e do caudal para cada unidade de abertura  $\theta$  da válvula de borboleta (27), enquanto se controlaram os graus de abertura  $\theta$  da válvula de derivação

(26) e da abertura da válvula de borboleta (27), por meio de um conversor digital/analógico. A medição foi feita nas condições seguintes: frequência de amostragem 200 Hz, Número de amostras 200 amostras/s; intervalo de ajuste da abertura  $\theta$  0,2 mA; gama de ajustamento da abertura  $\theta$  20 mA a 4 mA, intervalo de ajustamento da válvula de derivação 1 mA, e gama de ajustamento da abertura da válvula de derivação 20 mA a 10 mA.

Usou-se como fluido água mantida a uma temperatura normal. A medição foi feita realizando sequencialmente as fases seguintes a) e g):

- a) Ajustar a abertura da válvula de derivação (26)
- b) Ajustar a abertura  $\theta$  da válvula de borboleta (27)
- c) medir o binário T, a pressão diferencial  $\Delta P$ , o caudal Q, a pressão  $P_1$  e a abertura  $\theta$  da válvula de borboleta
- d) Registar os dados medidos

QUADRO: SISTEMA E INSTRUMENTOS PRINCIPAIS USADOS NA EXPERIÊNCIA

Nomes dos instrumentos		Especificações principais	
Válvula de borboleta (27)	Carcassa (1) da válvula	Diâmetro nominal 150 mm	
	Elemento (2) da válvula	Diâmetro exterior 148 mm Tipo central	
	Actuador	Binário na saída 20 Kgm	
Sensor	Binário	Detector de deformação	Frequência de amostragem 10Hz Precisão 0,5%
		Transdutor de binário para 3k	Tipo de saída analógico
	Abertura da válvula	Potenciómetro	Precisão 0,1% Saída analógica
	Pressão diferen cial	Dispositivo de medição da pres são diferencial	Precisão 0,1% Saída analógica
	Caudal	Medidor electro magnético de fluxo	Precisão 0,02% Saída analógica
Conversor análogico/ digital	Conversor A/D de comparação consecutiva ti po de conversão	12 bits, $\pm$ 5 V entrada	
Conversor digital/ analítico	Conversor D/A tipo corrente de saída	12 bits, 4 20mA de saída	
Dispositivo de controlo/registo	Computador pessoal 16 bits	Memória RAM 1 M-octetos Meio de registo : disco rígido	

- e) Repetir as fases b) e d) 80 vezes
- f) executar o processo da fase a) depois de 80 ex  
ecuções das fases b) e d).
- g) repetir a fase (a) durante um tempo pré-determi

nado, completando-se assim todo o processo.

### C. Resultados da experiência

Os valores Cv e Cu relativos à abertura 0m medida obtidos como resultados da experiência estão indicados nas fig. 8 e 9, respectivamente. Nestas figuras, os pontos discretos representam os valores obtidos experimentalmente. Nesta forma de realização, a função  $ff(\theta)$  de uma fórmula (14) e a função  $gg(\theta)$  de uma fórmula (15) determinaram-se, respectivamente, por aplicação da expressão aproximada de quarto grau e a expressão aproximada de quinto grau, aos valores destes pontos discretos:

$$ff(\theta) = \theta^4 \times A_4 + \theta^3 \times A_3 + \theta^2 \times A_2 + \theta \times A_1 + A_0 \quad (14)$$

onde

$$A_4: -9,146 \times 10^{-5}$$

$$A_3: 1,531 \times 10^{-2}$$

$$A_2: -4,746 \times 10^{-1}$$

$$A_1: 1,242 \times 10$$

$$A_0: 0,000$$

$$gg(\theta) = \theta^5 \times B_5 + \theta^4 \times B_4 + \theta^3 \times B_3 + \theta^2 \times B_2 + \theta \times B_1 + B_0 \quad (15)$$

onde

$$B_5: 8,540 \times 10^{-10}$$

$$B_4: -1,672 \times 10^{-7}$$

$$B_3: 1,125 \times 10^{-5}$$

$$B_2: -3,572 \times 10^{-4}$$

$$B_1: 4,919 \times 10^{-3}$$

$$B_0: -2,588 \times 10^{-2}$$

...

As funções  $ff(\theta)$  e  $gg(\theta)$  estão re-

presentadas respectivamente nas fig. 10 e 11.

Assim na forma de realização ilustrada, os valores de  $C_v$  e  $C_u$  são determinados da seguinte maneira, para qualquer abertura  $\theta$ :

$$C_v = ff(\theta) \quad (5)$$

$$C_u = gg(\theta) \quad (6)$$

Portanto, o caudal  $Q$  pode ser calculado a partir da abertura medida  $\theta$  e do binário medido  $T$  a partir da fórmula (13), sem ser necessário medir a pressão diferencial  $\Delta P$ , desde que se trate desta válvula de borboleta (27) ou de uma válvula de borboleta com o mesmo desenho.

Embora a expressão de aproximação do quarto grau e a expressão de aproximação do quinto grau tenham sido usadas na forma de realização descrita, esse uso das expressões aproximadas não é exclusivo. Por exemplo, podem usarse as fórmulas (16) e (17) seguintes, que são expressões aproximadas de ordem  $n$ , em vez das fórmulas (14) e (15):

$$ff(\theta) = \sum_{j=0}^n \theta^j A_j \quad (16)$$

onde  $A_j$  representa um coeficiente de ordem  $j$

$$gg(\theta) = \sum_{j=0}^n \theta^j B_j \quad (17)$$

onde  $B_j$  representa um coeficiente de ordem  $j$ .

É também possível utilizar expressões aproximadas conhecidas em vez das fórmulas (16) e (17). As condições da experiência, tais como a frequência de amostragem, o intervalo de ajustamento da abertura  $\theta$  e/ou o intervalo de ajustamento da abertura da válvula de derivação são de preferência modificadas de acordo com a precisão desejada para a medida.

Embora as condições das fórmulas (11) e (12) tenham sido admitidas nesta fórmula de realização, essa hipótese não é essencial. Designadamente, a função  $F(\theta, \Delta P)$  e

$H(\theta, \Delta P)$  podem ser determinadas de acordo com uma fórmula experimental a partir do caudal  $Q$ , da abertura  $\theta$ , da pressão diferencial  $\Delta P$  e do binário  $T$ . Deve notar-se que a função  $G(0, T)$  pode ser determinada como uma fórmula experimental directamente a partir dos resultados da experiência, embora na forma de realização descrita a função  $G(\theta, T)$  seja determinada depois da determinação das funções  $ff(\theta)$  e  $gg(\theta)$ .

É também possível construir uma carta que mostre os valores do caudal  $Q$  em relação com a abertura  $\theta$  e o binário  $T$  a partir do resultado da experiência, sendo as porções entre os pontos discretos interpoladas, com uma fórmula de interpolação apropriada, de modo que o caudal  $Q$  possa ser lido na carta de acordo com os valores medidos da abertura  $\theta$  e do binário  $T$ .

Todos estes processos para a determinação do caudal  $Q$  podem ser realizados rapidamente utilizando um computador.

Como se descreveu, a válvula de borboleta segundo a presente invenção tem um dispositivo de detecção da abertura susceptível de detectar o grau de abertura da válvula de borboleta e um dispositivo de detecção de binário susceptível de detectar o binário dinâmico produzido pela passagem do fluido que actua no elemento da válvula em torno do eixo de veio da válvula. Portanto, determinando de antemão uma relação entre o caudal e os valores da abertura da válvula e o binário dinâmico específico da válvula de borboleta, é possível determinar o caudal a partir dos valores medidos da abertura da válvula e do binário dinâmico. Assim, na válvula de borboleta segundo a presente invenção, o elemento de válvula tem não só uma função de limitação da passagem do fluido como também uma função de detecção do caudal. É portanto possível medir directamente o caudal do fluido que passa através da válvula de borboleta sem erro que de outro modo poderia ser produzido devido à diferença posicional e ao atraso temporal quando o caudal fosse medido por um medidor de caudal separado. A maior precisão da medição do caudal assim obtida assegura uma maior velocidade e uma maior precisão do controlo do caudal efectuado de acordo com a informação do caudal. A medição do caudal que não se ba-

seja na condutividade do fluido permite que a válvula de borboleta seja usada para controlar o caudal de um fluido não condutor, como um óleo. Além disso, o controlo do caudal do fluido pode ser feito sem dispor qualquer medidor de fluxo na passagem do fluxo que não seja a válvula de borboleta.

Podem constituir-se muitas formas de realização diferente da presente invenção sem nos afastarmos do espírito e dos objectivos da presente invenção. Deve entender-se que a presente invenção não se limite às formas de realização específicas descritas nesta memória descriptiva, excepto como se definem nas reivindicações anexas.

#### REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de válvula de borboleta que tem a função de medir um caudal de um fluido que se escoa através de uma válvula de borboleta, que compreende:

uma válvula de borboleta, que possui:

um corpo principal (1)

um eixo de válvula (3) no referido corpo principal (1) e um elemento de válvula (2) no referido eixo de válvula (3) e montado rotativamente no referido corpo principal (1)

caracterizado por o referido sistema conter adicionalmente

meios de detecção da abertura da válvula (17) para detectar o grau de abertura da referida válvula de borboleta,

meios de detecção (14) de binário para detectar um binário dinâmico aplicado ao referido elemento de válvula (2) em torno do referido eixo (3) pelo referido fluido, e

meios (18) de cálculo do caudal dispostos para calcular o caudal de um fluido que se escoa através da válvula de borboleta, como uma função predeterminada da referida abertura detectada e do referido binário dinâmico detectado.

2. Válvula de borboleta de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por compreender adicionalmente um actuador (11) ligado ao referido eixo (3) da válvula para rodar o referido elemento (2) de válvula.
3. Válvula de borboleta de acordo com a reivindicação 2, caracterizada por o referido actuador (11) ser um actuador eléctrico, um actuador pneumático, um actuador do tipo de diafragma ou um actuador do tipo de solenoide.
4. Válvula de borboleta de acordo com as reivindicações 2 ou 3, caracterizada ainda por compreender um meio de controlo (21) no qual pode ajustar-se exteriormente um caudal desejado e que instrui o referido actuador (11) para rodar o referido elemento de válvula (2) de modo tal que o referido caudal calculado se aproxima do referido caudal desejado.
5. Válvula de borboleta de acordo com a reivindicação 4, caracterizada por o referido caudal desejado poder ser ajustado pelos referidos meios de controlo (21) a partir de um local remoto por meio de um dispositivo de operação a distância através de meios de telecomunicações.
6. Válvula de borboleta de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, caracterizado por os referidos meios de detecção (14) do binário incluírem um detector de tensão mecânica (12) proporcionado no referido eixo de válvula (3).
7. Válvula de borboleta de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, caracterizada por os referidos

meios de detecção (17) da abertura da válvula incluirem um sensor de ângulo ligado ao referido eixo da válvula (3).

8. Válvula de borboleta de acordo com a reivindicação 7, caracterizada por o referido sensor de ângulo compreender um potenciômetro (15) ou um codificador rotativo ligado ao referido eixo de válvula (3).

9. Processo para a medição de um caudal de um fluido que se escoa através de uma válvula de borboleta, que possui um elemento de válvula (2) montado num eixo de válvula (3) e rotativo num corpo de válvula (1), caracterizado por compreender as fases de:

detectar a abertura da válvula de borboleta referida,  
detectar um binário dinâmico aplicado ao referido elemento de válvula em torno do referido eixo de válvula pelo referido fluido e

determinar o referido caudal como uma função da referida abertura detectada e do referido binário dinâmico detectado.

10. Processo de acordo com a reivindicação 9, caracterizado por a referida função ser estimada obtendo de antemão experimentalmente, a relação entre o referido caudal e a referida abertura da válvula e o referido binário dinâmico

11. Processo de acordo com a reivindicação 10, caracterizado por a referida função ser estimada na suposição de o referido caudal ser proporcional ao referido binário quando a referida abertura da válvula se mantiver inalterada.

12. Processo de acordo com as reivindicações 9, 10 ou 11, caracterizado por o referido caudal ser determinado a

•

•

partir de uma tabela que indica a relação entre o referido caudal e a referida abertura da válvula e o referido binário dinâmico.

13. Processo para controlar o caudal de um líquido que se escoa através de uma válvula de borboleta, que possui um elemento de válvula (2) montado num eixo da válvula (3) e rotativo num corpo de válvula (1), caracterizado por compreender as seguintes fases:

detectar a abertura da válvula de borboleta referida,

detectar o binário dinâmico aplicado ao referido elemento de válvula em torno do referido eixo de válvula pelo referido fluido,

determinar o referido caudal como uma função da referida abertura da válvula e do referido binário dinâmico,

ajustar um caudal desejado e

fazer variar a referida abertura da válvula de modo que o referido caudal determinado se aproxime do referido caudal desejado.

A requerente reivindica a prioridade do pedido japonês apresentado em 17 de Fevereiro de 1989, sob o N°.38965/89.

Lisboa, 12 de Maio de 1989



90551

Fig. 1

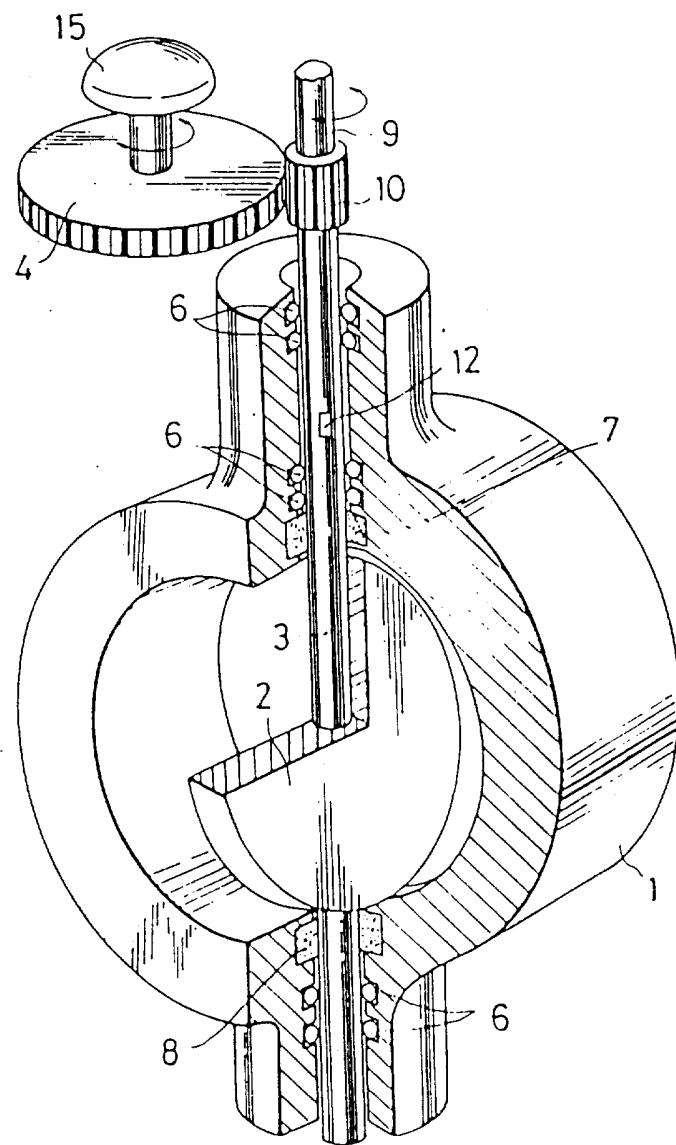


Fig. 2

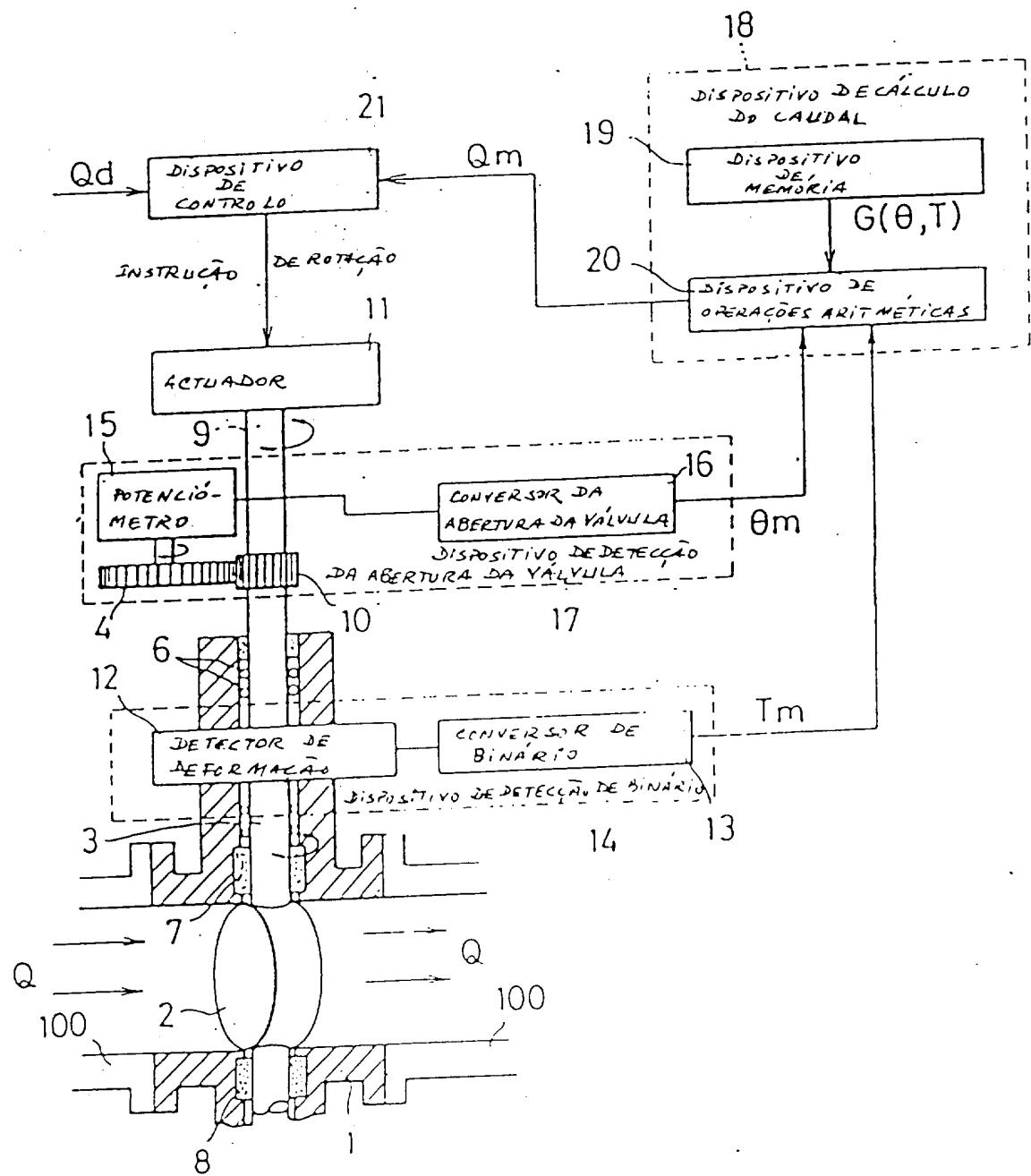


Fig. 3

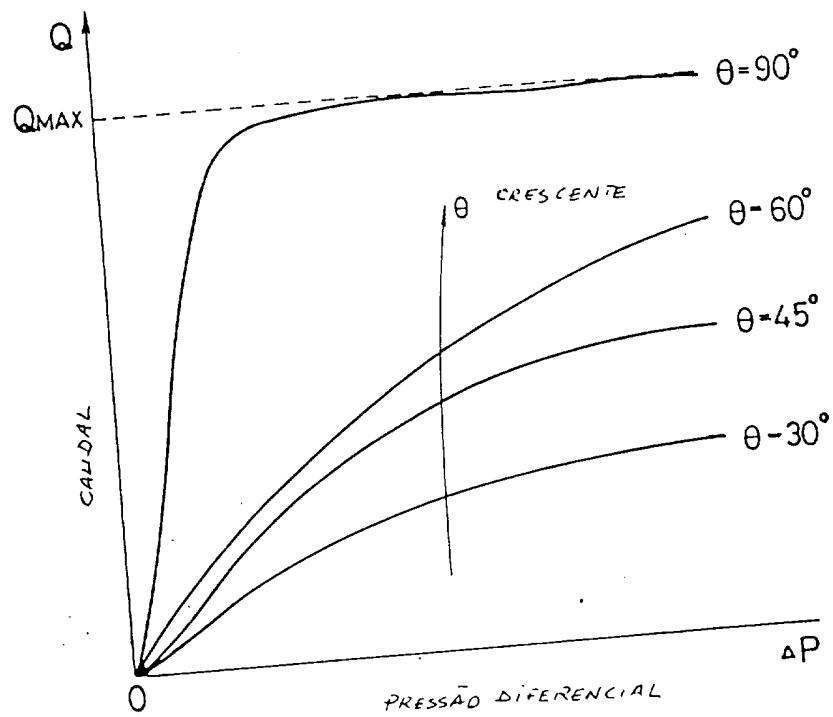


Fig. 4

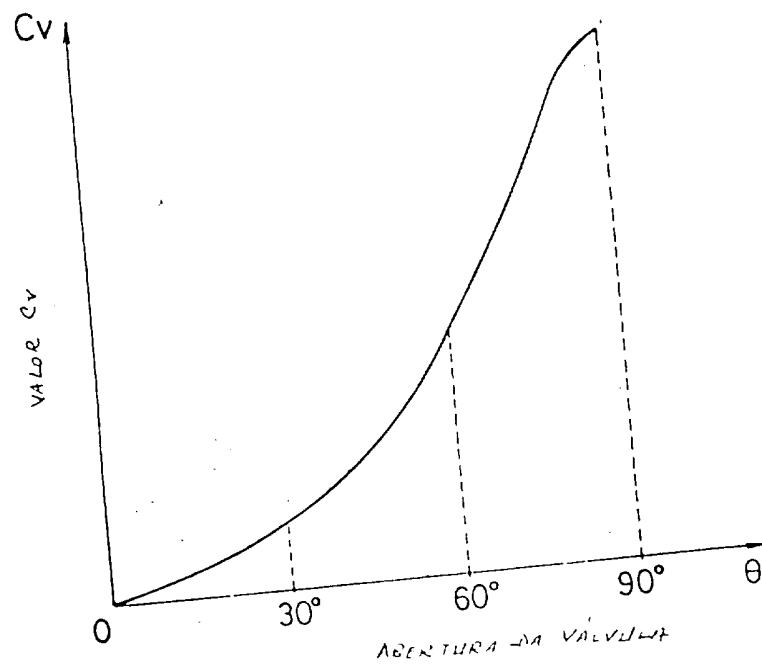


Fig. 5

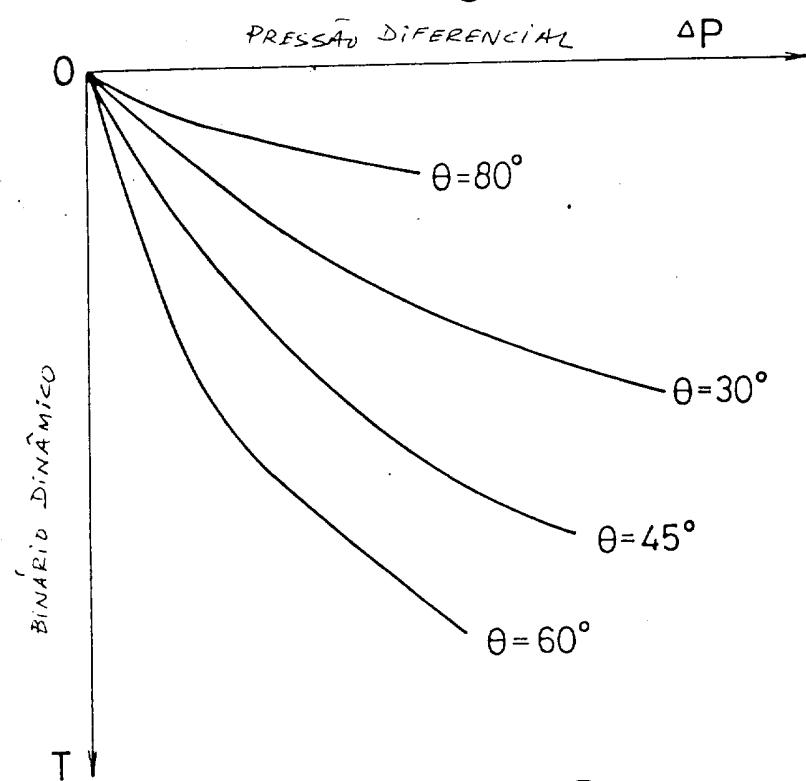


Fig. 6

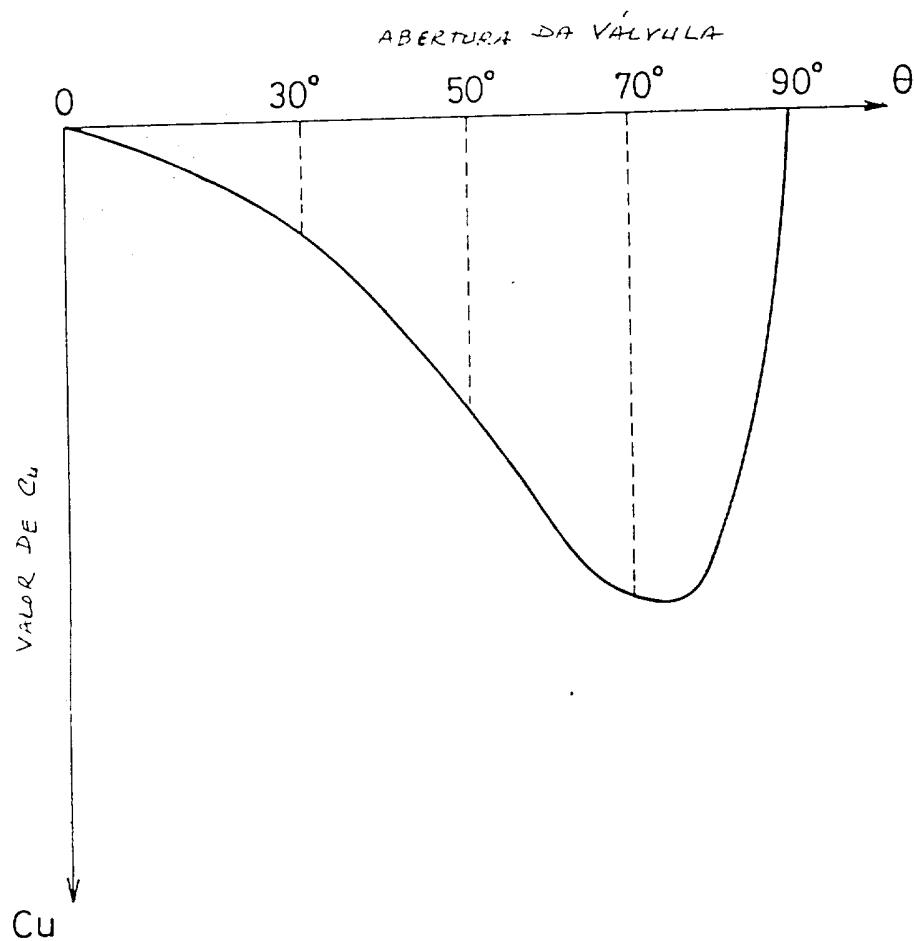


Fig. 7

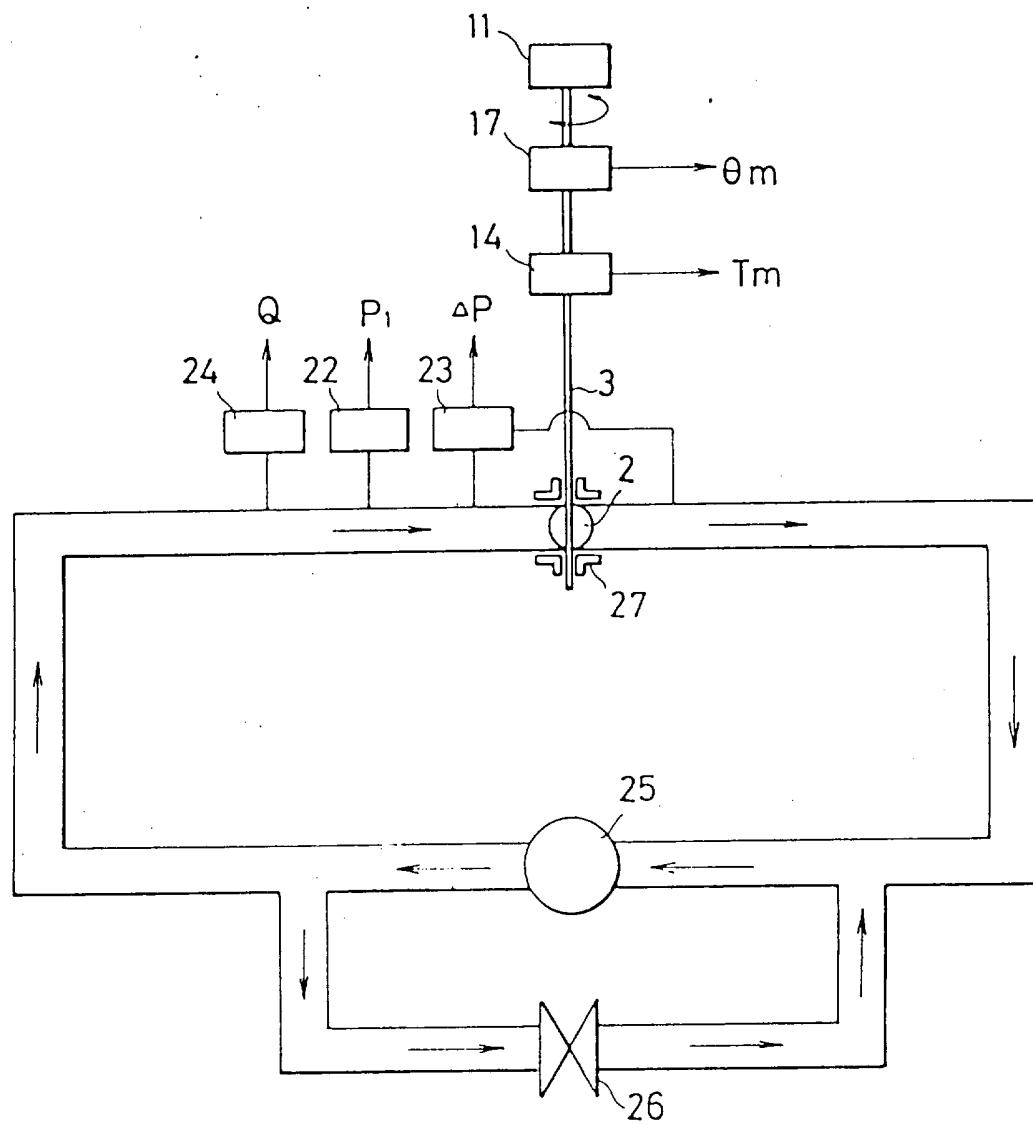


Fig. 8

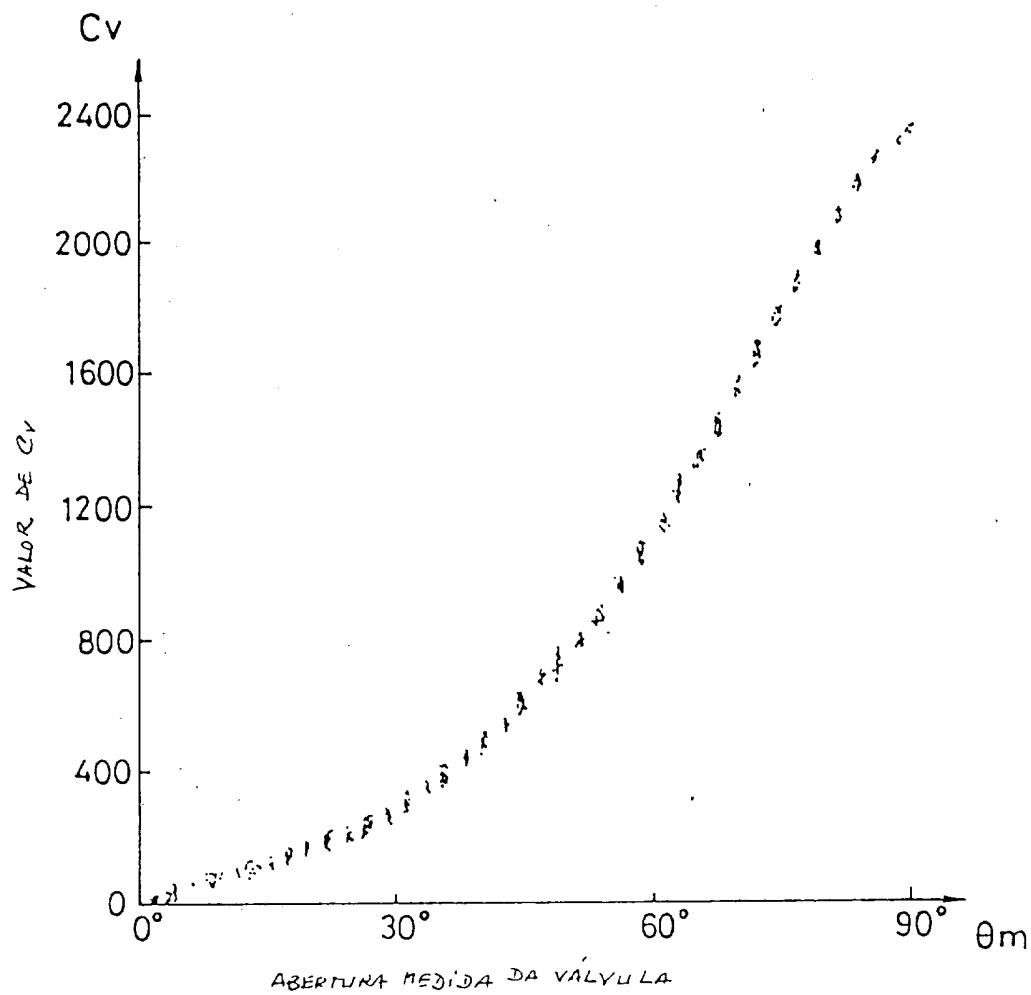
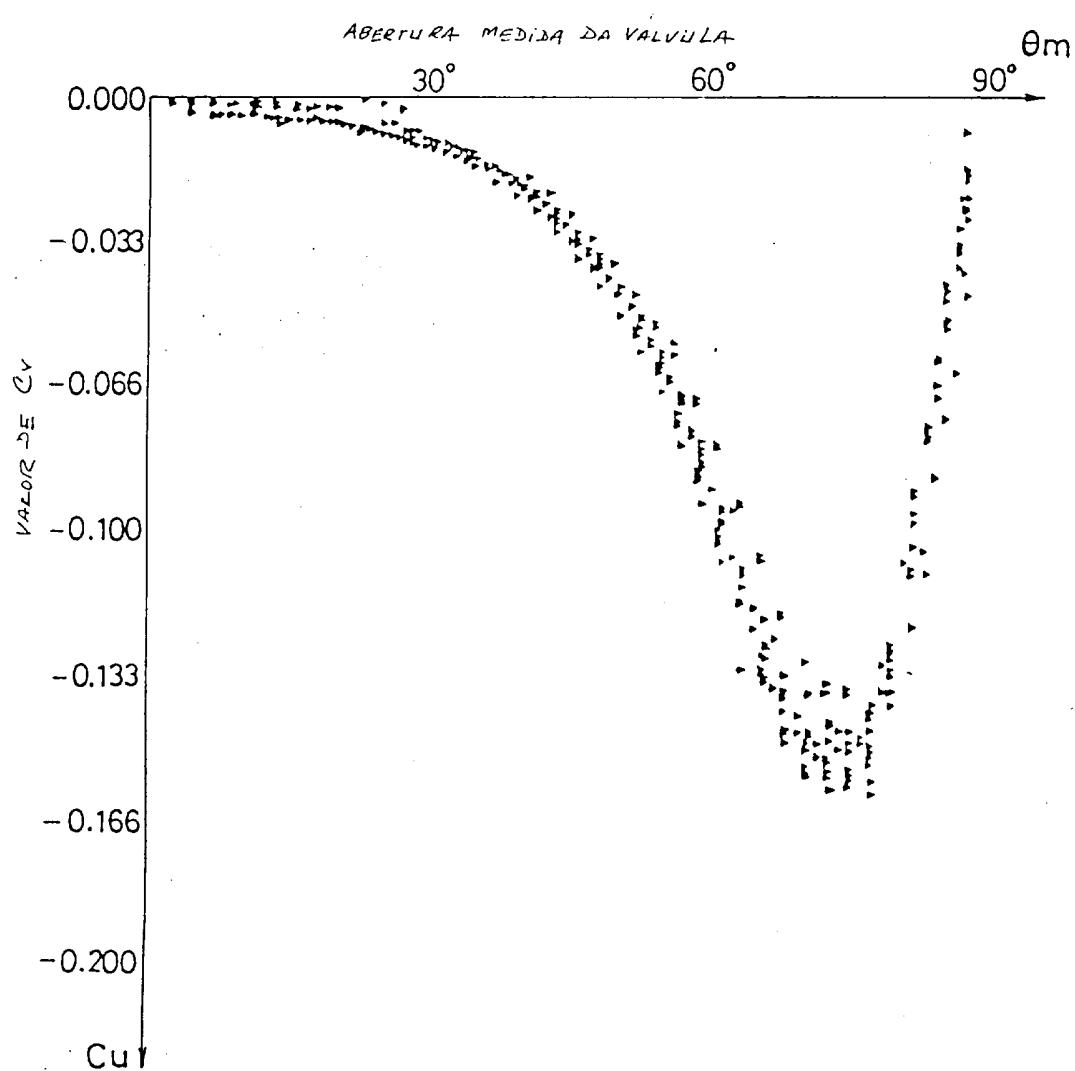


Fig. 9



90SS1

Fig. 10

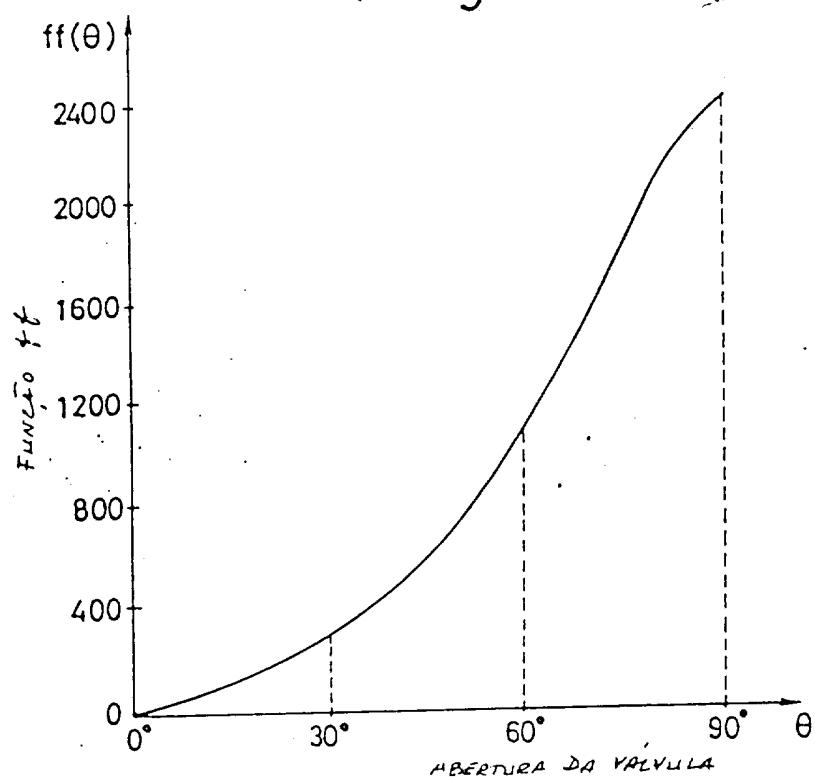


Fig. 11

