



## BOMBA MARÍTIMA

Consta de um dispositivo que transforma a energia cinética irregular das ondas do mar em energia potencial, processando sucessivamente a acumulação desta, para a fornecer de seguida duma maneira dominada, constante, regradada e uniforme como convém na produção de energia eléctrica.

Na verdade sendo a idéia inicial do inventor aproveitar a energia do mar através de uma turbina e sendo ele conhecedor do efeito corrosivo da água salgada orientou todo o seu trabalho no sentido da utilização de água doce, transmitindo a energia cinética a essa água, que em recirculação alimentará uma turbina.

Aparece assim a primeira versão deste invento (VERSÃO A), ainda antes do inventor o considerar como uma bomba.

Com a idéia da recirculação, para aproveitamento da água doce, fugindo ao efeito corrosivo da água salgada, é que o próprio inventor concluiu que no fundo, subjacentemente à idéia de aproveitamento da energia do mar estava em presença de uma bomba que elevava água doce com a energia das ondas do mar.

Foi a partir daqui que encontrou a razão para a designação de bomba marítima.

Depois de vencida esta etapa, põe-se outro problema ao inventor:

Se na realidade estava em presença de uma bomba para elevação de água, porque não utilizá-la a bombear água salgada que alimentaria uma piscina em água corrente?

Apareceu então a segunda versão (VERSÃO B), já menos sofisticada que a anterior, como resposta.

Por fim e porque o pensamento não pára, aqui o inventor interrogou-se:

Porque não utilizar a versão B (mais simples do que a A) a bombear água doce de recirculação em vez de água salgada, para produção de energia?

A auto-resposta foi também imediata. É só criar as mesmas condições que não são nada difíceis e até tem a vantagem de aproveitar duplamente o tanque de descarga da turbina. Apareceu assim a terceira versão (VERSÃO C), que no entender do inventor suplanta a A pela sua simplicidade, e portanto pelo seu menor custo. O inventor passou assim da versão A para a B e da B para a C, sempre a simplificar.

O inventor poderia não ter incluído nesta descrição a ordem se-



quencial com que se lhe afluíram as idéias, apresentando pura e simplesmente as conclusões da versão C, mas ele quiz que figurassem na memória descritiva porque além de serem dispositivos diferentes mais ou menos sofisticados, baseados no mesmo princípio, objecto da patente, é uma maneira de ficar registado para a história das invenções que este processo simples de aproveitamento da energia das ondas do mar, começou por um esquema algo complicado e caro para, mercê das congeminações de quem o inventou ter ficado reduzido a um processo simples.

Passado este simples preambulo entraremos propriamente na descrição, de acordo com o esquema pré-elaborado, a desenvolver a seguir.

- I- Principio de funcionamento.
- 2- Descrição da parte comum a todas as versões
  - 2.1- Comentários sobre a forma
  - 2.2- Comentários sobre a instalação
  - 2.3- Cálculos
- 3- Versão A - para produção de energia
  - 3.1- Execução
  - 3.2- Comentários
- 4- Versão B - bombeamento de água salgada para piscinas de água corrente
  - 4.1- Execução
  - 4.2- Comentários
- 5- Versão C - bombeamento de água doce em recirculação para produção de energia
  - 5.1- Execução
  - 5.2- Comentários
- 6- Reivindicações.

#### I- Principio de funcionamento

É o principio simples da bomba aspirante premente:

Quando a água se afasta da terra aspira o ar para uma câmara à pressão atmosférica por uma válvula de retenção (3) que só o deixa entrar e não o deixa sair.

Quando a onda vem para terra carregada de energia no estado cinético, entra no absorvedor de ondas (1) e vai comprimir a almofada de ar (4) que absorve parte da energia da onda.

Esse ar comprimido sai através da válvula de retenção (5) que só o deixa sair e não deixa entrar. E assim sucessivamente se vai produzindo por cada onda um impulso de pressão que pode ser uti-



lizado para bombeamento, conforme veremos mais à frente.

## 2- Descrição da parte comum a todas as versões

2.1- O inventor considera que a forma da câmara de compressão 4 apresentada é meramente simbólica pois carece de um laboratório onde se construísse um protótipo que ensaiaria mesmo no mar, faria curvas de pressões e caudais, podendo assim tirar conclusões do rendimento, escolher a forma, que pensa vir a ser cônica ou esférica e estabelecer padrões de acordo com as características que até poderiam ser normalizadas.

2.2- A boca de entrada da onda terá altura para entrarem todas as ondas de per si, será afunilada na vertical com o ramo superior inclinado, para captar qualquer onda de qualquer altura e o ramo inferior horizontal. Ensaaios com o protótipo darão a posição ótima em relação às diferenças grandes dos níveis das marés.

O inventor pensa que este é um assunto a explorar, pois pode ser necessária a obtenção de pontos médios de optimização o que só poderá ser definido no local em presença do protótipo e das experiências traduzíveis para gráficos ou curvas que darão uma melhor apreciação visual. Não avança mais mas só pretende demonstrar que este assunto ao ser patenteado foi objecto das maiores preocupações técnicas que o inventor aqui regista por julgar necessário para a futura implementação dum projecto definitivo. O inventor admite hipóteses que irão até a absorvedores flutuantes ou então fixos, presos com garras e a níveis diferentes, mas depende tudo dos ensaios.

2.3- Dado que a credibilidade dum invento tem muito com a sua realização prática, e está na engenharia que estuda a partir dos parâmetros a dimensionalização das grandezas, o inventor entende que este trabalho só ficará completo, ou o mais completo possível, se fôr ilustrado com os cálculos necessários.

Considerando um determinado tempo T, se fôr F a frequência das ondas, o numero de ondas verificado nesse tempo T será de  $F \times T$ .

$$\text{Fica: } E_c = \frac{1}{2} m V^2 F T \quad (\text{Energia cinética das ondas no tempo "T"})$$

Quanto à massa da onda vamos considerar a de uma onda mínima de 1 m, na condição de só aplicarmos este cálculo a locais onde isto se verifique.



Será uma massa aproximada de  $2 \times 1 \times 1$  visto considerarmos um espaço útil de 2 m da onda com uma altura de 1 m e uma largura de 1 (1 m de linha de água) a considerar

$$m = \frac{2 \times 1 \times 1 \times 1000}{9,8} = \frac{2000}{10} = 200 \text{ Kg massa.}$$

Esta é a massa unitária de linha de água. Para outras condições terá que ser recalculada.

Os valores verificados na prática, acima dos aqui considerados representam uma vantagem que favorece o cálculo.

Fica:  $E_c = \frac{1}{2} m V^2 F T$  por metro linear de costa, ou:

$$E_c = \frac{1}{2} 200 \cdot V^2 F T$$

$$E_c = 100 V^2 F T$$

Por outro lado, essa mesma energia é armazenada na compressão da almofada de ar para ser devolvida já na câmara de expansão, elevando a água à altura h.

Essa energia que é a energia potencial, é:

$$E_p = \rho Q T h$$

em que:

$\rho$  - peso específico da água = 1

Q - caudal em litros ou  $\text{dm}^3/\text{s}$

$\rho Q T$  - peso da água bombeada no tempo T

h - altura da coluna de água que é a altura de elevação

$$\text{Fica: } E_p = \rho Q T h = Q T h \text{ porque } \rho = 1$$

mas:

$$E_p = E_c$$

Então:

$$100 V^2 F T = Q T h$$

$$100 V^2 F = Q h$$

mas:

$$h = 10 \cdot P \quad (\text{altura da coluna de água})$$

em que:

P - pressão

substituindo, vem:

$$100 V^2 F = Q 10 P$$



$$10 V^2 F = Q P$$

$10 V^2 F$  é um valor constante e depende sòmente da natureza..

Q e P são grandezas inversamente proporcionais para as mesmas condições de captação de onda e só aumentam se o produto  $10 V^2 F$  aumentar.

Como V e F são dependentes da natureza, não temos controle; só nos resta o valor  $10$  *para actuar*.

O que é este valor  $10$ ?

Recordemos:

Este  $10$  foi obtido partindo do principio que o absorvedor de ondas só tinha  $1$  m de largura, portanto correspondia a um valor unitário da linha de água. Portanto este  $10$  é <sup>um factor de</sup> proporcionalidade com-primimento de linha de água ocupado, ou seja:

$$10 . 1 . V^2 F = Q P$$

$$10 . 2 . V^2 F = Q_2 P_2$$

$$10 . 3 . V^2 F = Q_3 P_3$$

$$\vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots$$

$$10 . M . V^2 F = Q_M P_M$$

Determinamos assim um valor M que é o número de metros de linha de água a ocupar pelo absorvedor, o qual nos dará a pressão e o caudal pretendidos.

$$M = \frac{Q_M P_M}{10 V^2 F}$$

Para sistematização <sup>em metodologia</sup> dos cálculos o inventor resolveu chamar MÓDULO a este comprimento do absorvedor e  $P_M$  e  $Q_M$  à pressão e caudal para que ele foi calculado.

O cálculo não termina aqui, teremos que introduzir as relações inversas dos volumes da câmara de compressão

$V_M$  - volume da câmara de compressão à pressão  $P_M$

$v_a$  - volume da câmara de compressão à pressão atmosférica  $P_a = 1$

$$\frac{P_M}{P_a} = \frac{v_a}{V_M} \quad \text{ou} \quad \frac{P_M}{1} = \frac{v_a}{V_M} \quad \text{donde}$$



$$P_M = 1 \cdot \frac{v_a}{v_M}$$

substituindo,  $P_M$  :

$$M = \frac{Q_M \frac{v_a}{v_M}}{10 v^2 F} \quad \text{ou}$$

$$M = \frac{Q_M v_a}{10 v_M v^2 F}$$

em que  $\frac{v_a}{v_M}$  representa a relação de volumes da câmara de compressão à pressão atmosférica  $v_a$  e da câmara à pressão pretendida  $v_M$ .

Já estamos a ver que aqui o problema complica-se porque estas relações são alteradas com as alturas das marés ao longo do ano.

Há pois que atender a este pormenor não só para efeitos de localização do absorvedor como até para se determinar se haverá vantagem em montar absorvedores a níveis diferentes que trabalhariam consoante as épocas do ano e portanto as marés, conforme já se disse atrás.

### 3- Versão A - para produção de energia

3.1- Além da parte comum, tem dois tanques fechados onde entra o ar comprimido, por cima, alternadamente pelas válvulas 11 e 12. A água doce sai pelos respectivos tubos de saída, entrando pelos funis invertidos. (Chupadores de retenção)

Os interruptores magnéticos comandam alternadamente o enchimento e o esvaziamento dos tanques, (inter. 13 e 15).

Quando um dos tanques herméticos enche, a respectiva válvula motorizada (ou magnética) 11 ou 12 abre. O ar comprimido entra pelo tubo exercendo pressão na superfície do líquido do tanque. Simultaneamente a válvula 17 é fechada comandada pelo mesmo interruptor magnético de bóia 13. A água sai então pelo funil invertido despejando o depósito hermético de expansão correspondente, toda a água até que, quando chega ao fim fecha a válvula motorizada 11 por comando da bóia (interruptora) magnética, e abre a válvula motorizada 17. Entretanto a água do tanque de descarga da turbina entra no outro depó-



sito de expansão. Essa água vai encher o depósito hermético de expansão. Admite-se a alternância perfeita se houver simultaneidade entre o esvaziamento dum tanque de expansão e o enchimento do outro. Isso pode não acontecer devido a diferença de velocidade de entrada e saída de água, mas não tem qualquer problema porque se pode sempre sobredimensionar as válvulas motorizadas de entrada, 17 ou 18, para garantir que o tanque fique cheio antes do outro se esgotar.

Uma ligação eléctrica em série no outro interruptor faz o encravamento pretendido.

É um sistema de inversão conforme esquema já pertencente ao Estado, da técnica que se junta.

Os tanques da turbina, (carga e descarga) terão capacidades sobredimensionadas para permitir oscilações.

3.2- A válvula motorizada 21 de comando da turbina estará sempre na versão A ou na C, ligada a um sensor de velocidade que a comandará automaticamente.

Para não se prejudicar a praia, o absorvedor de ondas ficará montado num tubo debaixo da areia, no mar.

Por ficar num ponto baixo tem que levar <sup>um</sup> purgador automático 8, para extracção contínua do condensado do ar. (água).

4- Versão B - bombeamento de água salgada para piscinas de água corrente

4.1- O sistema é muito simples. Tem a parte comum absorvedora de onda e logo à saída da câmara de compressão tem a caixa de expansão que está mergulhada na água salgada.

Essa caixa de expansão tem duas válvulas de retenção. Por uma entra o ar à pressão atmosférica, para permitir que pela outra entre a água salgada que vai encher essa caixa.

A válvula de retenção 6 por onde entra a água salgada tem que ser suficientemente dimensionada para deixar entrar a água necessária, num curto espaço de tempo.

Haverão sempre interrupções curtas e cíclicas, consoante a capacidade da caixa de expansão.



~~xprojetos e estudos,concordando a capacidade de caixa de~~  
~~xexpansão~~

4.2- É importante que o tubo de condução da água seja flexível (uma mangueira aramada), porque pode haver necessidade de reparação da caixa submersa ou válvula que terá que ser levantada

5- Versão C - bombeamento de água doce em recirculação para produção de energia

5.I- É muito simples.É o mesmo que a versão anterior(B),só que a caixa de expansão em vez de estar submersa pela água do mar,estará sim submersa pela água doce de recirculação,o que se consegue colocando a própria caixa de expansão dentro do tanque de descarga da turbina.

Há só que dimensionar esse é o tanque de carga para garantir o funcionamento da turbina nas interrupções do enchimento.

Temos então assim a solução mais simples para o problema, o que torna a instalação extremamente barata.

## 6- Reivindicações

1- Bomba marítima caracterizada por um absorvedor de onda com uma entrada afunilada em altrura,destinada a comportar todas as ondas de per si,qualquer <sup>que</sup> seja o seu tamanho e com uma câmara de compressão do ar(onde se dá a transformação da energia cinética da onda em potencial),bem como por uma caixa de expansão em que o ar comprimido exercendo pressão na superfície livre do líquido obriga-o a sair por um tubo de escape junto ao fundo.

2- Bomba marítima,conforme caracterizado em 1,contendo um dispositivo de recirculação contínua de água doce para alimentação de turbina e consequente produção de energia ELETTRICA(VERSÃO A).Constará de dois vasos de expansão que se enchem e despejam alternadamente por comando dum interruptor magnético de bóia deslizante em haste vertical e com dois pontos afastados de inversão.O interruptor magnético fecha a válvula(11)no fim do curso da bóia e abre a válvula motorizada(17)por onde se passa a esgotar a água que sai da turbina e cai no tabuleiro em descarga(20).Entretanto a válvula motorizada 12 está aberta e a Válvula motorizada 18 fechada por comando do interruptor magnético de bóia de outro depósito(15).A pressão na superfície livre do líquido





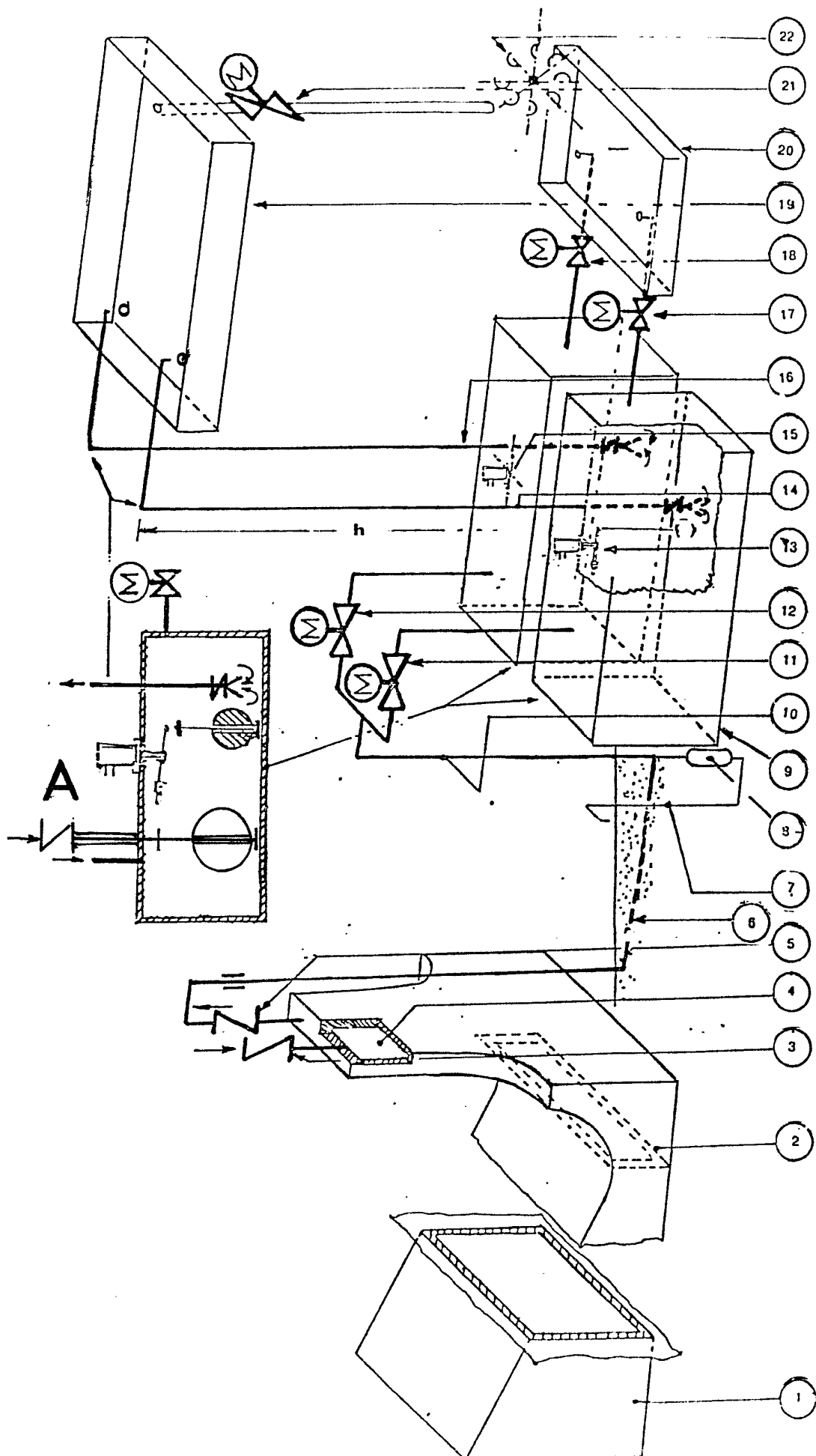
(água) obriga este(ou esta) a sair pelo tubo vertical com origem no funil invertido junto ao fundo. Cada onda provocará um impulso que enche o tubo vertical para cair no tabuleiro de carga da turbina. Um sistema de encravamento eléctrico por inversão já conhecido, garante o funcionamento alternado dos depósitos de expansão.

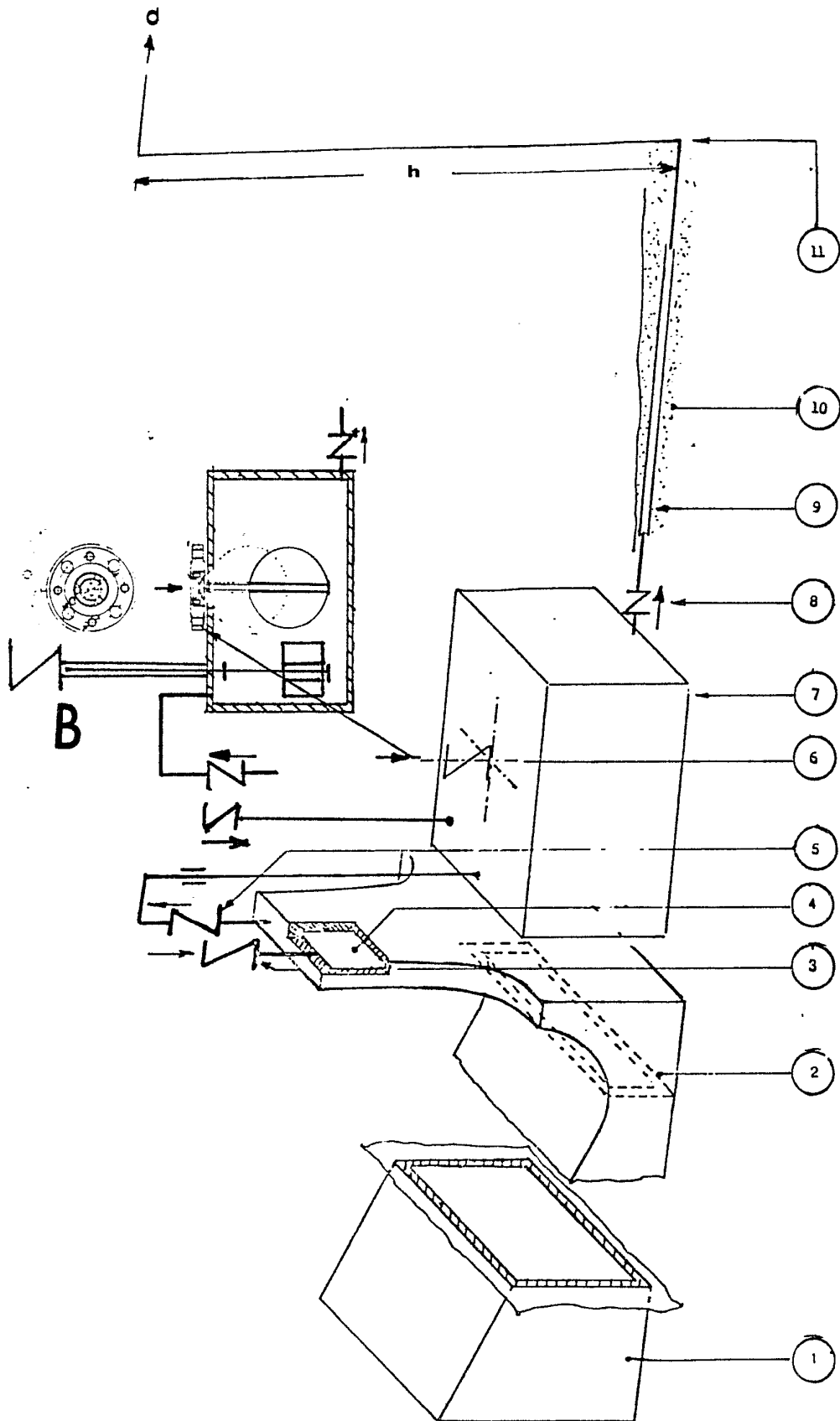
3- Bomba marítima, conforme caracterizado em f, mas com a caixa de expansão completamente mergulhada no mar, esta com válvula de retenção comandada por bóia deslizante em haste vertical entre dois pontos limitadores de curso. Logo que despejada a câmara de expansão, a válvula de retenção (6) abre, entrando a água salgada, visto a câmara de expansão estar sempre mergulhada, iniciando-se novo ciclo de enchimento expansão-elevação e intermitência.

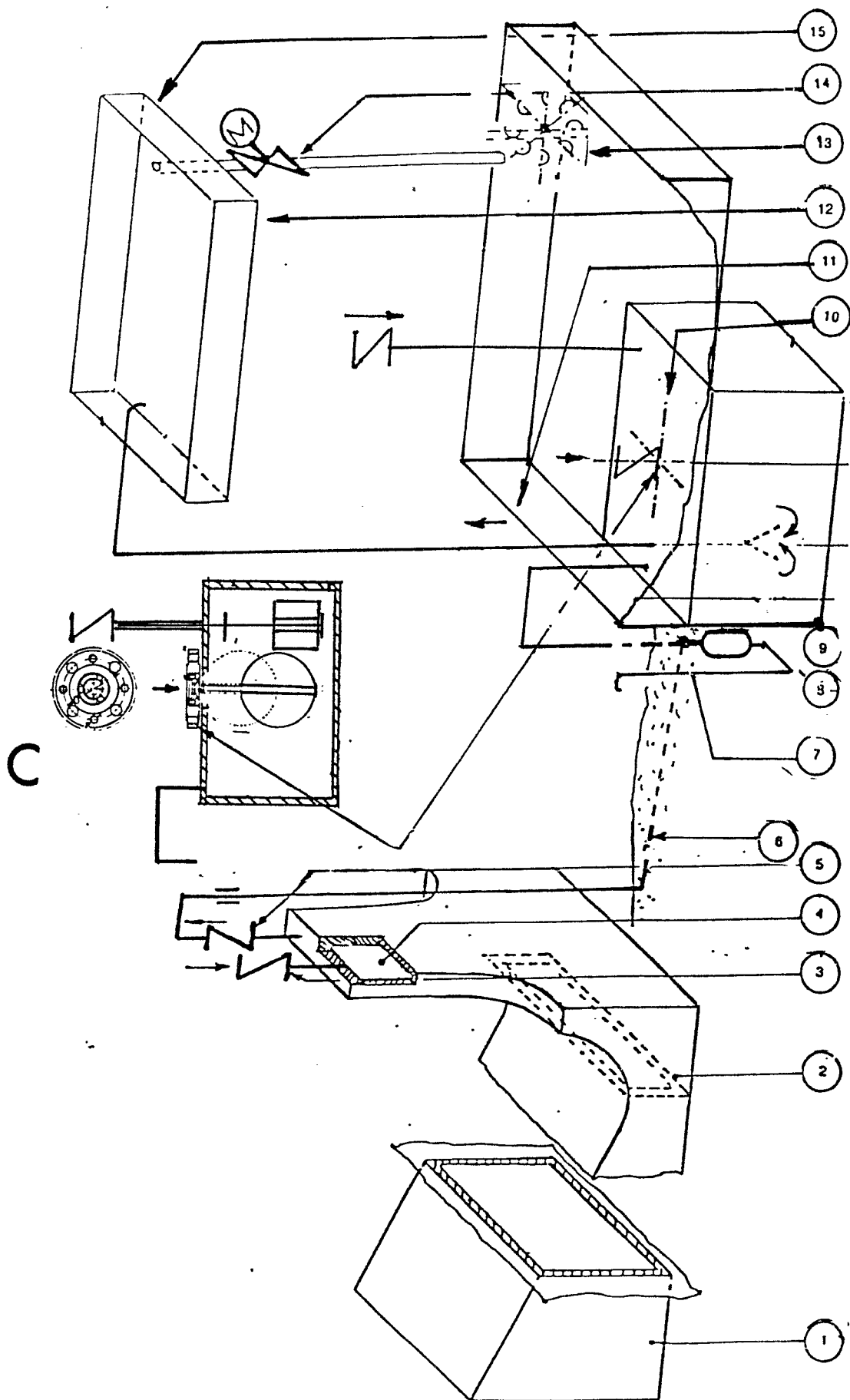
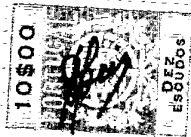
4- Bomba marítima, conforme caracterizado em f, mas destinada a bombear água doce em recirculação (versão C), em que a câmara de expansão está mergulhada no próprio tanque de descarga da turbina. O processo é igual à alínea anterior, tendo também portanto, uma válvula de retenção com uma bóia deslizante em haste vertical e dois pontos limitadores de curso da bóia. Também tem intermitências periódicas, mas ultrapassa-se esta dificuldade dimensionando suficientemente os tanques.

*Barreiro, 2 de Setembro de 1985*

*Romeu Domingos Santos Reis*









ENCRAVAMENTO DOS INTERRUPTORES  
DE BOIA PARA FUNCIONAMENTO ALTERNADO

