

DETR.PD-072/79

## TITULO

PROJETO DA JUNTA-FRIA PARA MAQUETE DE FEIXE 3 x 3

NOTAS CORRELATAS

**OBJETIVO**  
 Descrever o projeto da junta-fria a ser utilizado na maquete de feixe 3x3, para obtenção da correção das medidas de temperatura nesta geometria de seção de testes.

**LISTA DE DISTRIBUIÇÃO**  
 SUPED \* (1)  
 ASPC.PD \* (1)  
 DETR.PD (2) ✓  
 AUTOR (1)  
 SEDOTE.PD (1)  
 LABTEH.PD (1)  
 DITES.PD (1)

**RESUMO E CONCLUSÕES**  

São apresentados problemas inerentes à medição de temperatura através de termopares e colocada a necessidade da utilização de juntas-frias. É apresentado o projeto de sistema a ser adotado para as 48 medidas de temperatura na maquete de feixe 3x3 a ser instalada no CT-1, que atenderá às necessidades requeridas, associado a um baixo custo.

 \* Apenas folha de rosto  
  
  
 mab

**ÍNDICE**

1. Introdução	2/11
2. Problemas Inerentes à Utilização de Termopares	2/11
3. Execução de Junta-Fria para Maquete de Feixe 3x3	4/11
4. Conclusão	5/11
Figuras 1 a 7	7/11

Nº. CÓPIAS 8

AUTOR (ES)	VISTO	DATA	APROVAÇÃO	VISTO	DATA
JOSE D.SANTIAGO	<i>[Signature]</i>	30/06/80	CHEFE DO LAB. OU GRUPO	<i>[Signature]</i>	01/07/80
			CHEFE DA DIVISÃO	<i>[Signature]</i>	02/09/80

CLASSIFICAÇÃO

 TAREFA:  

11.18

## PROJETO DA JUNTA-FRIA PARA MAQUETE DE FEIXE 3 x 3

## 1. INTRODUÇÃO

Os testes da maquete de feixe combustível 3x3 em geometria PWR a serem realizados no CT-1 exigem um grande número de medidores de temperatura. O sistema mais indicado para ser utilizado neste caso é aquele que faz uso de termopares como sensores.

Estes medidores exigem que se use uma fonte de referência, normalmente chamada junta-fria, que pode ser do tipo convencional que usa gelo fundente, ou do tipo mais sofisticado, que é a eletrônica. Esta última, muito eficiente e muito versátil, seria a mais indicada se não fosse seu alto custo; já a junta-fria com base no gelo fundente, embora menos versátil, mas não por isso menos eficiente, foi escolhida baseando-se no seu baixo custo e de poder ser fabricada dentro das instalações do CDTN.

## 2. PROBLEMAS INERENTES À UTILIZAÇÃO DE TERMOPARES

Suponhamos um circuito formado por dois condutores metálicos diferentes como na Figura 1; se uma das junções estiver a uma temperatura  $T_1$  e a outra a uma temperatura  $T_2$  diferente de  $T_1$ , uma corrente percorrerá o circuito formado pelos dois condutores. Esta corrente existirá enquanto houver esta diferença de temperatura entre as junções. Esta força eletromotriz (fem) é chamada de "Seebeck" e é diretamente proporcional à diferença de temperatura entre as junções.

O funcionamento dos termopares baseia-se na diferenças das temperaturas das suas junções, isto é, na fem produzida entre seus terminais.

A extremidade "fria" é aquela colocada junto ao aparelho medidor e é chamada junta-fria ou junta de referência, enquanto que a extremidade "quente" chamada de junta quente ou junta de medida, é aquela colocada no meio em que se deseja medir a temperatura, como indicado na Figura 2.

A junta de medição normalmente fica situada a uma certa distância do instrumento de leitura, obrigando o uso de fios de conexão entre ambos.

Estes fios podem ser do próprio termopar ou de materiais que possuam uma curva de força eletromotriz em função da temperatura, similar àquela do termopar. Este segundo método é o mais usado por ser mais econômico do que o primeiro.

Resolvido o problema da conexão do termopar ao medidor, vem o caso da junta de referência. Nos medidores fabricados especialmente para um determinado tipo de termopar isto não é problema uma vez que se dispõe de uma junta eletrônica de referência, que permite ao aparelho uma leitura precisa da temperatura medida. Estas juntas eletrônicas têm como princípio de funcionamento, a geração de uma tensão (função da temperatura ambiente) igual e oposta à gerada nos terminais de ligação do instrumento (que também é função da temperatura ambiente).

Nos casos em que se mede a temperatura indiretamente, isto é, mede-se a fem gerada na junta quente em milivolts e, através de tabelas ou gráficos, obtemos o valor da temperatura em questão, a temperatura na junta de referência é um ponto muito importante porque todos os gráficos e tabelas de termopares são fornecidos com temperatura da junta de referência de  $0^{\circ}\text{C}$  (ou  $32^{\circ}\text{F}$ ).

É necessário então, usar uma junta externa que esteja a uma temperatura bem conhecida ou então usar uma junta fria eletrônica.

Quando se usa uma junta eletrônica, devidamente calibrada, como referência, o milivoltímetro pode ter uma escala ajustada de tal forma que possa fornecer uma leitura direta em graus.

Quando a junta de referência é mantida dentro de uma temperatura conhecida, é necessário que seja corrigida a leitura do milivoltímetro, acrescentando ao valor da fem gerada pelo termopar o valor da fem gerada na junta de referência.

Por exemplo: suponhamos que um termopar tipo J indique uma tensão de 25,85 mV e sua junta de referência esteja a  $30^{\circ}\text{C}$ . Consultando uma tabela, verificamos que, para  $30^{\circ}\text{C}$ , a tensão correspondente é de 1,54 mV. Fazemos a soma:

$$25,85 + 1,54 = 27,39 \text{ mV}$$

Voltando à tabela, verificamos que a temperatura correspondente a 27,39 mV é de 500°C. Essa será a temperatura de medição.

Em aplicações de alta precisão, a junta de referência é mantida a 0°C pela imersão em gelo fundente e a tensão medida é exatamente igual à da junta de medição. Isto porque a zero graus Celsius não há geração de fem pelos fios do termopar, nem pelos fios de compensação, podendo-se ligar fios de cobre da junta fria até o milivoltímetro, diminuindo consideravelmente o custo do sistema (Figura 3).

### 3. EXECUÇÃO DE JUNTA-FRIA PARA MAQUETE DE FEIXE 3 x 3

Na preparação da instrumentação dos testes que serão realizados no CT-1 com a maquete de feixe 3 x 3, deparou-se com o elevado número de pontos que teriam medidas de temperatura, sendo que o LABTEH.PD não dispõe de juntas de referências suficientes para esse elevado número de termopares (48 ao todo, sendo 16 temperaturas de fluido de subcanais, 27 termopares de parede correspondente a 3 posições axiais de cada um dos 9 tubos e 5 temperaturas operacionais).

O laboratório dispõe de 3 juntas frias eletrônicas de fabricação "OMEGA". Adicionalmente, usamos junta de referência do tipo "gelo fundente", tendo garrafas térmicas como recipientes. O uso destas 3 juntas frias eletrônicas e de garrafas térmicas com gelo, mostrou-se inviável devido ao volume que essa apresentou e ao erro que se cometeria se uma destas juntas ficasse a uma temperatura diferente das demais.

Ficou comprovado assim a necessidade de se partir para o desenvolvimento de um sistema que comportasse todos os termopares e que tivesse uma homogeneidade de temperatura para todas as juntas.

A idéia da junta fria eletrônica, embora mais rápida, foi descartada devido ao seu alto custo. Partiu-se, portanto, para construção de uma junta fria do tipo "gelo fundente" que pudesse ser construída no CDTN e que atendesse aos requisitos de precisão, confiabilidade e controle do grande número de medição em questão.

Suas características principais são; fácil utilização, baixo custo sem comprometer os objetivos a que se propõe, facilidade na interligação de 60 termopares, que representa 240 terminais.

A caixa deverá ter dois conjuntos de terminais elétricos, um deles destinado aos termopares, isto é, à entrada de sinais e o outro conjunto de terminais de cobre para a saída dos sinais, conforme esquematizado na Figura 4.

O recipiente para o gelo deverá ser estanque, não absorver umidade e, principalmente, não absorver calor, devendo, ainda, ser fechado hermeticamente impedindo que o gelo absorva calor através da tampa e deverá ser envolvido num meio isolante térmico. E por fim, deverá ser alojado em uma caixa que contenha todo esse volume de modo a permitir uma maior mobilidade e maior resistência mecânica. A Figura 5 apresenta um esboço destas idéias.

Uma vez estabelecidas estas condições operacionais, contactou-se a SEMECA.PD para o detalhamento do projeto, especificação de material e execução. O projeto construtivo consta de um conjunto de 23 desenhos, resumidos na Figura 6.

O recipiente será feito a partir de um tubo de PVC de 200mm de diâmetro. A isolação térmica feita em blocos de isopor compactados, e o revestimento externo feito em acrílico, o que permite uma boa rigidez mecânica e um bom acabamento.

Dentro do tubo com gelo, fica montada a "mesa suporte" onde estão todas as juntas de referência propriamente ditas. Esta mesa deve acomodar todas as juntas, fixas a uma mesma altura, uniformizando estas temperaturas de referências. A Figura 7 mostra o posicionamento da mesa suporte com as juntas de referência.

Para evitar que algumas juntas fiquem em contato direto com o gelo prevê-se a aplicação sobre as mesmas de uma massa de silicone que permite uma isolação elétrica entre os termopares (devido às possíveis interferências através da água) e uma homogeneização das temperaturas de referência.

4.

## CONCLUSÃO

O desenvolvimento do projeto em questão atenderá as necessidades do LABTEH.PD, relativas à correção das medidas de temperatura da maquete de feixe 3 x 3, salientando-se como principais vantagens, a precisão e elevada capacidades obtidas associadas ao baixo custo, pois durante o desenvolvimento do projeto, teve-se sempre em mente a utilização de material existente no CDTN, sem necessidade de aquisições adicionais.

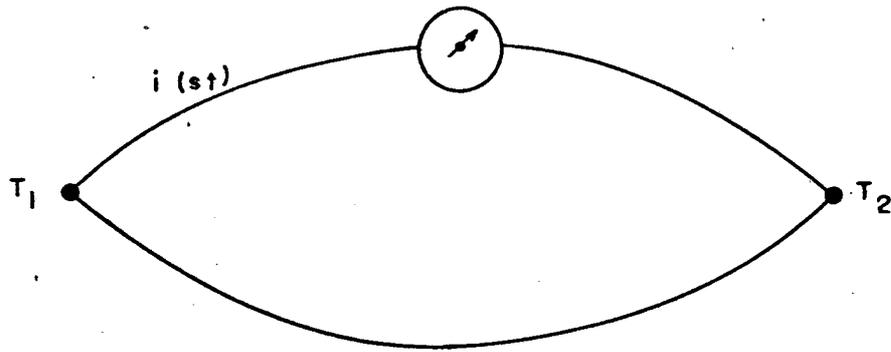


Fig.-1-

PRINCIPIO DE FUNCIONAMENTO DO TERMOPAR

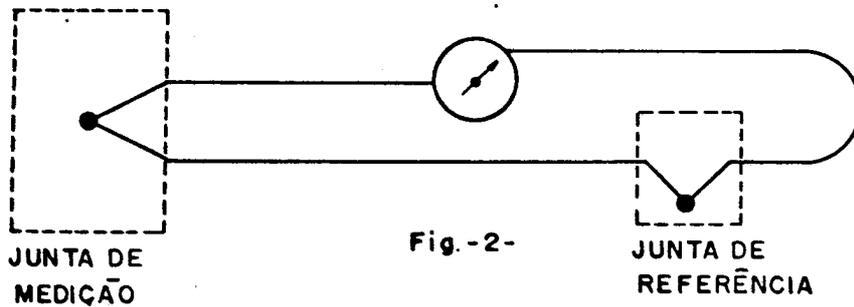


Fig.-2-

POSICIONAMENTO DAS JUNTAS DE MEDIÇÃO E REFERÊNCIA.

DETR.PD-073/79

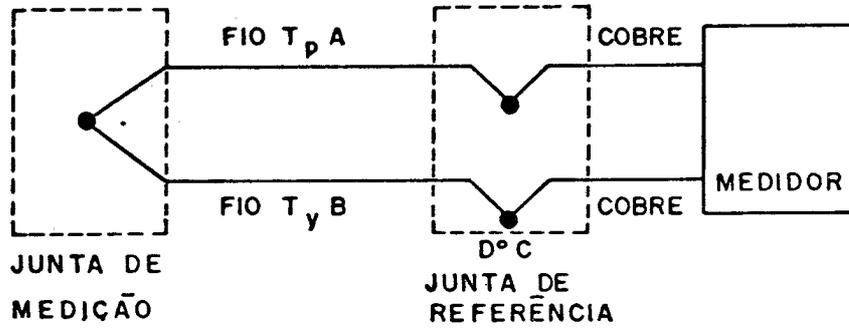


Fig.- 3-

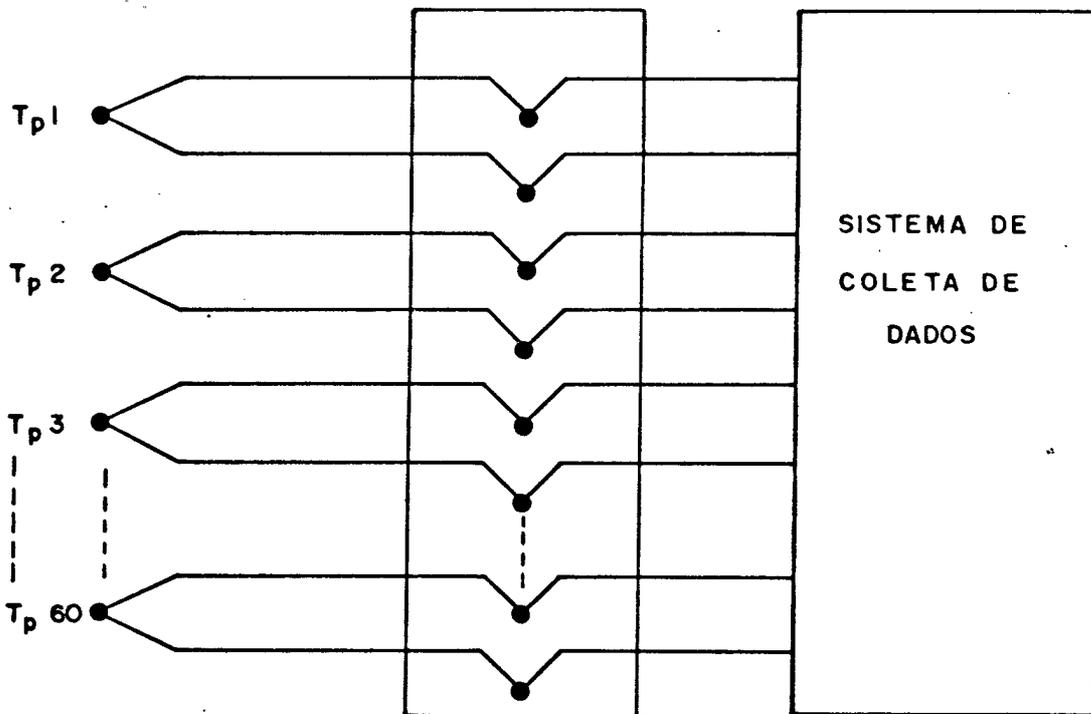


Fig- 4-

ESQUEMA DE LIGAÇÃO DOS TERMINAIS DA JUNTA FRIA.

DETR. PD-073/79

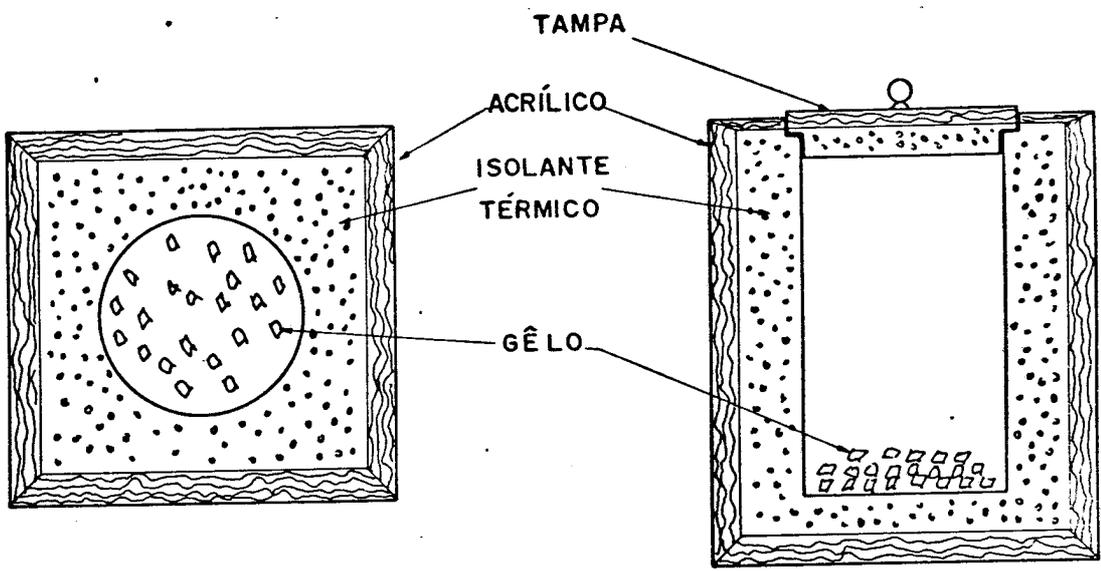


Fig. - 5 -

ESBOÇO DA JUNTA FRIA PARA MAQUETE  
DE FEIXE 3 X 3

DETR.PD-073/79

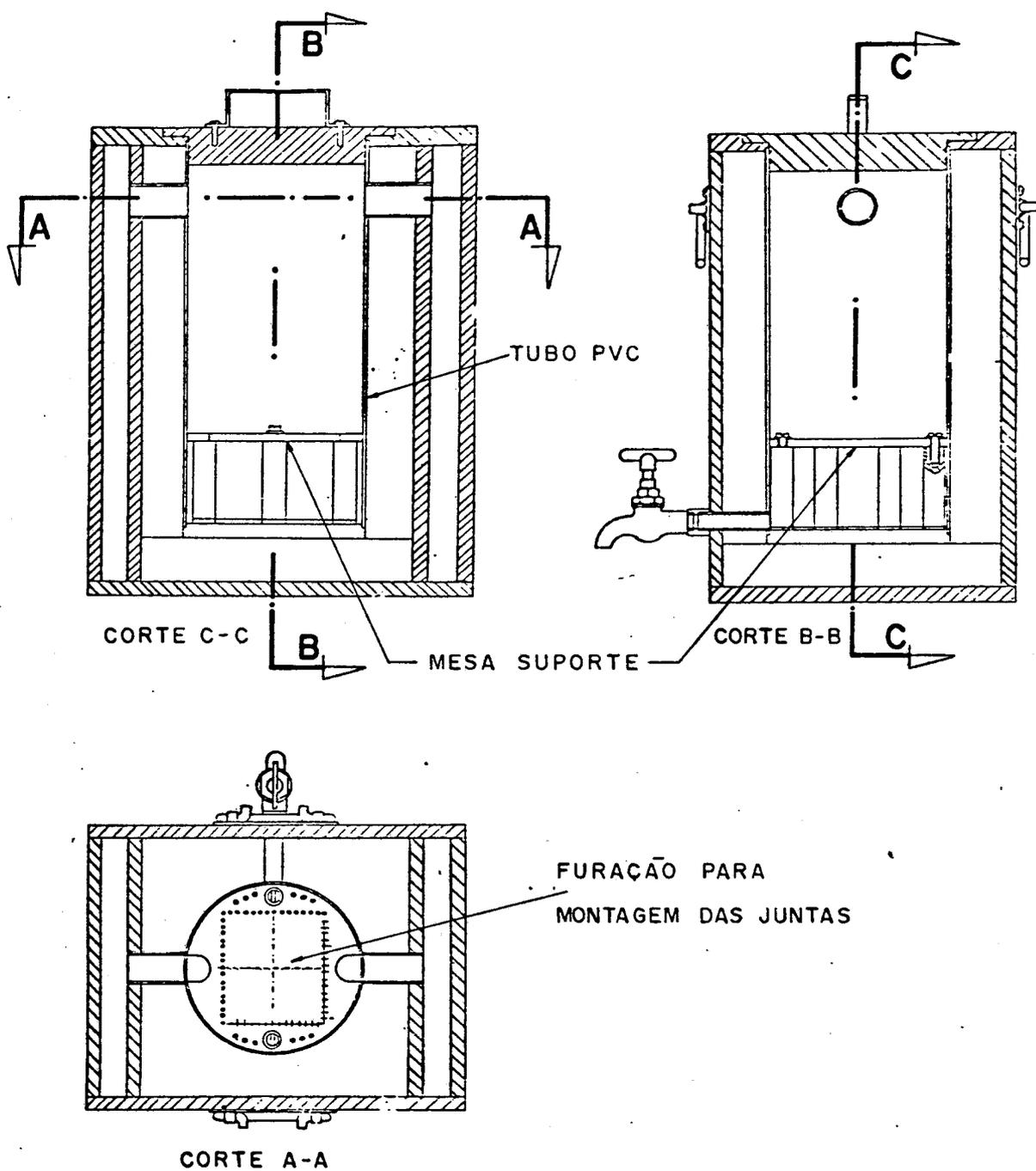


Fig. -6-

RESUMO FINAL DA JUNTA-FRIA

DETR. PD-073/79

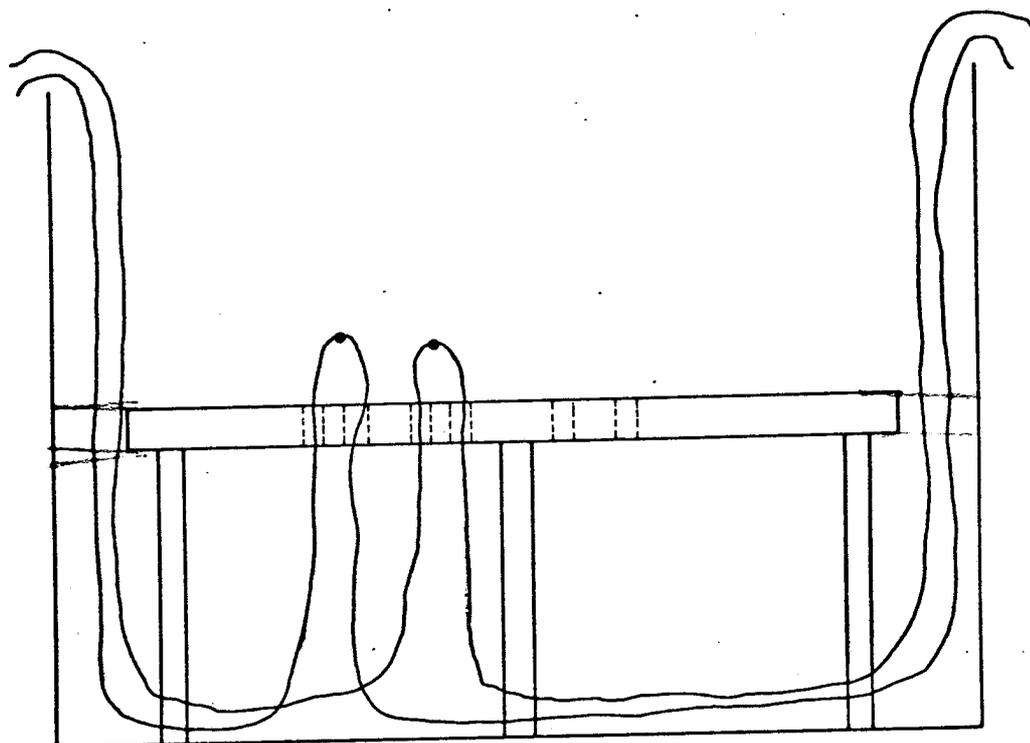


Fig. -7-

POSICIONAMENTO DA MESA SUPORTE