

F 530
Relatório Final
Sensor de Vácuo tipo Pirani
E
Indicador de Vácuo Analógico



Nome do aluno: Douglas Maziero da Silva

E-mail: douglasm-ziero-@msn.con(retirar os traços)

Nome do orientador: Prof. Dr. Richard Landers

E-mail: <http://portal.ifi.unicamp.br/br/mapas-contatos/128-professores/439-7>

Resumo

O trabalho abaixo pretende mostrar como podemos construir um medidor com a mesma eficiência de um instrumento comercial.

Fazendo uso de recursos disponíveis na maioria dos laboratórios de pesquisa que fazem uso da tecnologia de vácuo e de material teórico disponível na internet construímos um medidor de vácuo tipo Termo Resistor (Pirani) com um custo de R\$2,50 para a compra da lâmpada de onde foi retirado o filamento usado no sensor, os outros materiais usados já estavam disponíveis ou em desuso (“sucata”) nos laboratórios do Instituto (IFGW).

Introdução e Teoria

Sensor de vácuo tipo termo resistor (Pirani). Instrumento indicador de vácuo por medição indireta, usando uma ponte de Wheatstone para fazer a leitura indireta da resistência de um filamento de Tungstênio que varia de acordo com sua temperatura, como mostrado na Figura 1.

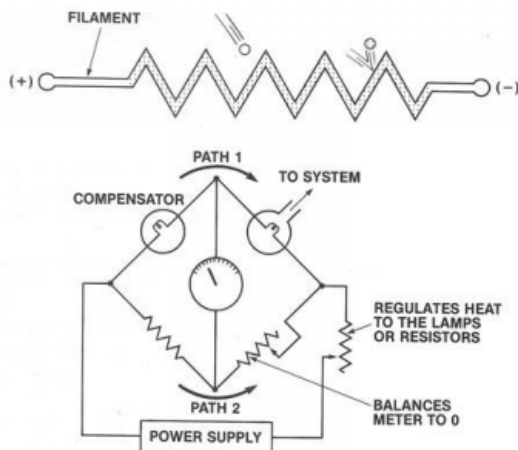


Figura1: esquema básico de um medidor Pirani. (Ref.6)

A estabilização da temperatura no filamento quando percorrido por uma corrente elétrica se dá principalmente por troca de calor com a atmosfera na qual está imerso o filamento (ver Fig.1), isso implica que quanto mais rarefeita é atmosfera maior será a temperatura de estabilização do filamento. Devido a esse efeito podemos relacionar a resistência do filamento com a pressão da câmara em que ele se encontra.

O uso desse instrumento na pesquisa pode ser empregado em quase todos os experimentos que envolvam o uso de vácuo, desde uso em câmaras de plasma para controlar a pressão até o uso em sistemas de Ultra Alto Vácuo como aceleradores Pelletrons e CBE e MBE para determinar quando as bombas de Alto Vácuo e Ultra Alto Vácuo podem ser ligadas.

Esse tipo de instrumento já foi estudado e construído em Tópicos de Ensino de Física I (F-609), disciplina oferecida pelo Instituto de Física "Gleb Wataghin" (IFGW), teve como foco o ensino de física, esse estudo foi idealizado pelo então aluno de graduação

do IFGW Fábio Lofredo Cesar orientado pelo Prof. Dr. Abner de Siervo (Ref.5) com uma construção que permitiu observar o comportamento do filamento com relação, a pressão, a tensão aplicada e a corrente medida, dando assim uma ótima forma de se observar e descrever o fenômeno, mas não projetada para o uso em laboratórios ou experimento.

Desenvolvimento e Construção

O Projeto pode ser dividido basicamente em três partes: Pesquisa, Planejamento e Construção.

-Pesquisa

Por se tratar de um instrumento concebido a mais de 70 anos, há muito material disponível que trata sobre o assunto principalmente do seu funcionamento, embora encontrar material que ajude a construir o circuito eletrônico seja muito escasso e muitas vezes difícil de compreender.

Feitas essas considerações podemos dizer que o material encontrado continha todas as informações técnica necessárias.

-Planejamento

De posse das informações necessárias o planejamento se dividiu em duas frentes, a concepção do sensor e a interface elétrica que deveria isolar tanto a corrente elétrica quanto o vácuo e a escolha de um tipo de circuito eletrônico responsável pela alimentação do filamento do sensor e pelo sinal de saída para o indicador no caso decidimos usar um miliamperímetro analógico e redesenharmos sua escala para indicar diretamente o vácuo em mTorr.

No sensor decidimos usar a base de uma válvula elétrica e colar-la em um adaptador como mostrado na foto 1.

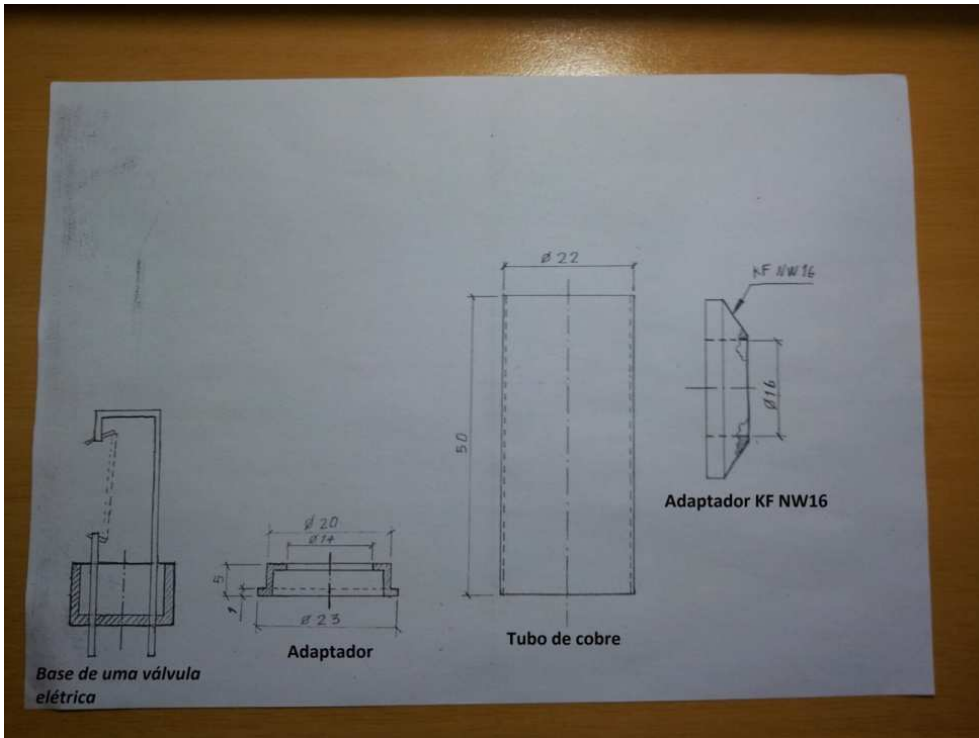
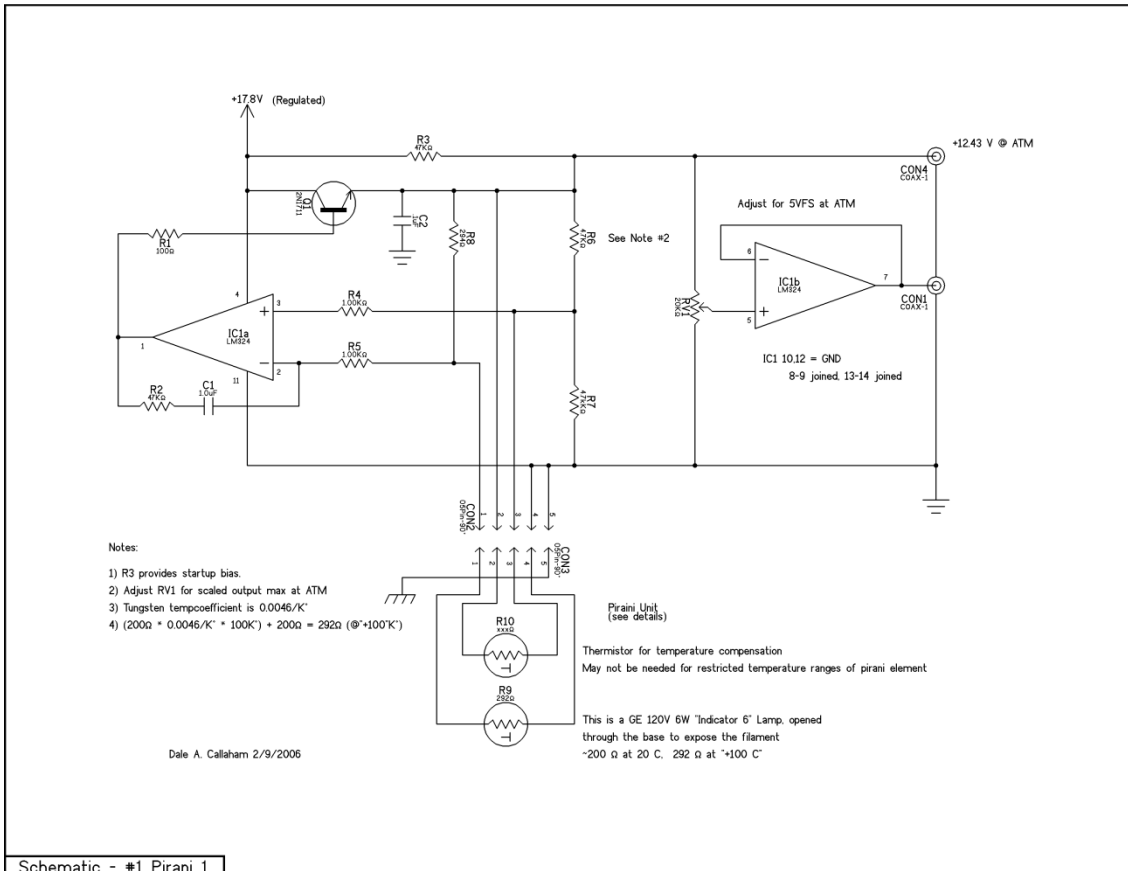


Foto 1: Croqui para construção do corpo do sensor.

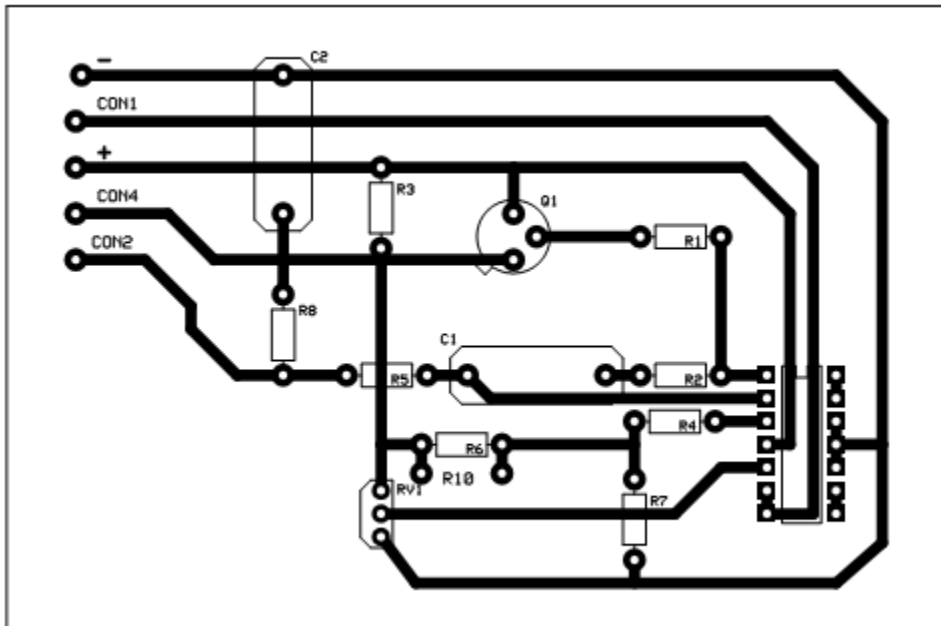
Para o circuito que alimenta e controla a corrente no filamento usamos como base o circuito da Ref.1 (Circuito 1) que foi ajustado para se adequar ao filamento que estamos usando.



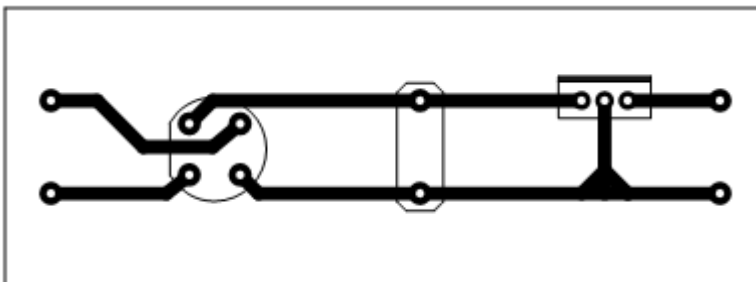
Schematic - #1 Pirani 1

Circuito 1: circuito tirado da Ref.1

Com base no Circuito 1 desenvolvemos o circuito impresso (Circuito 2) e para alimentar o circuito de controle projetamos o Circuito 3 com uma ponte retificadora, um capacitor para tirar a ondulação da corrente e um limitador de tensão de 18V.



Circuito2: Controle de corrente.



Circuito 3: Circuito retificador e limitador de Tensão.

-Construção e adequação ao material disponível.

Por fim tivemos definir o filamento para que tivesse a maior resistência e área superficial possíveis com o intuito de maximizar a eficiência e sensibilidade do sensor, porem estávamos limitados pelos filamentos existentes no mercado (lâmpadas). Sabendo da relação entre potencia, tensão, corrente e resistência testamos alguns filamentos e constatamos a tendência de que a resistência aumenta com a diminuição da potencia luminosa e o aumento da tensão de alimentação do filamento, essas informação são importantes porque estão disponíveis nas especificações das lâmpadas comercias, com isso buscamos o filamento com a menor potência e a maior Tensão que encontramos. (Nesse caso uma lâmpada de 25W e 220V.)

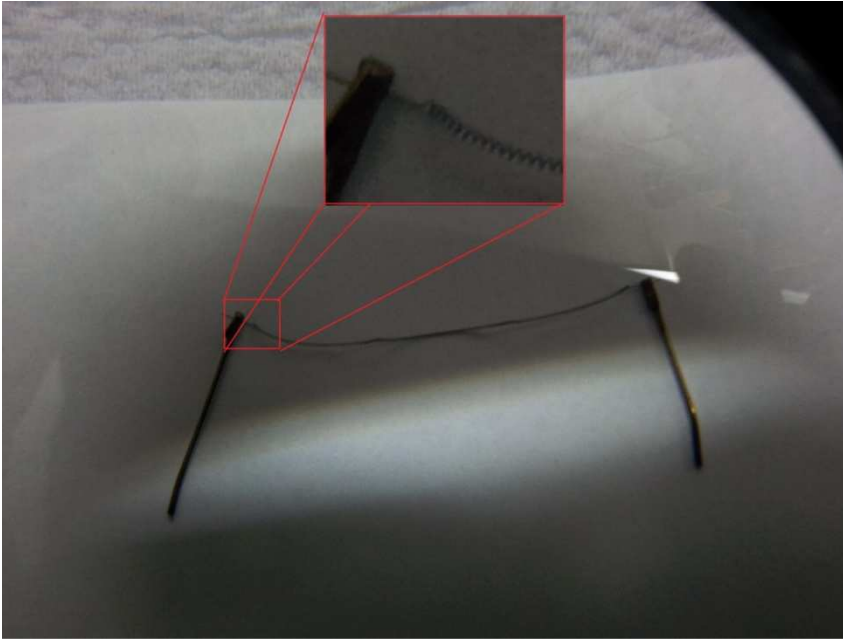


Foto 2: Filamento extraído de uma lâmpada de 25W e 220V.

Com o filamento definido calculamos que sua resistência na temperatura de operação seria de aproximadamente 205 Ohms.

Cálculos :

$$R(T) = R(T_0)(1 + \alpha\Delta T)$$

A lâmpada usada tinha uma resistência de 140 ohms em 20C.

Tungstênio tem um coeficiente α de 0,0046 / K

Para uma elevação de 100 C, o cálculo é: $R(T) = 140\Omega (1 + 0,0046 * 100) = 140\Omega (1,46) = 205\Omega$ (a 120C, assumindo 20C inicial)

Com isso definimos os valores dos elementos do Circuito 2:

- R1 = 100 Ohms
- R2 = 47 K Ohms
- R3 = 47 K Ohms
- R4 = 1 K Ohms
- R5 = 1 K Ohms
- R6 = 4,7 K Ohms
- R7 = 4,7 K Ohms
- R8 = 200 Ohms
- RV1 = 20 k Ohms
- C1 = 1 μ F
- C2 = 0,1 μ F
- Q1 = 2N1711
- IC1 = LM324

Com isso construímos os Circuitos 2 e 3 como mostrado nas fotos 2, 3, 4 e 5.



Foto 2

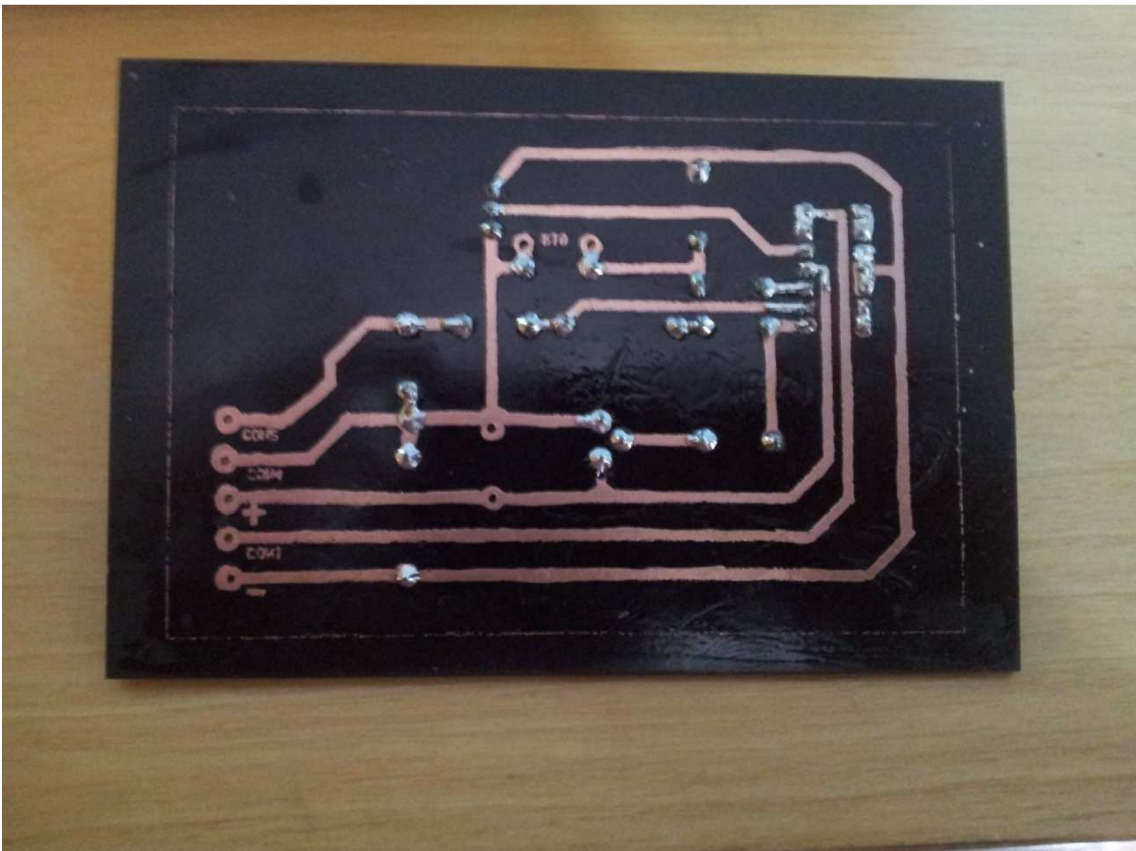


Foto 3



Foto 4



Foto 5

Os circuitos foram montados em uma caixa de fonte de computador, onde também adicionamos um botão, o Milianperímetro e o transformador de tensão. (ver fotos 6 e 7)



Foto 6

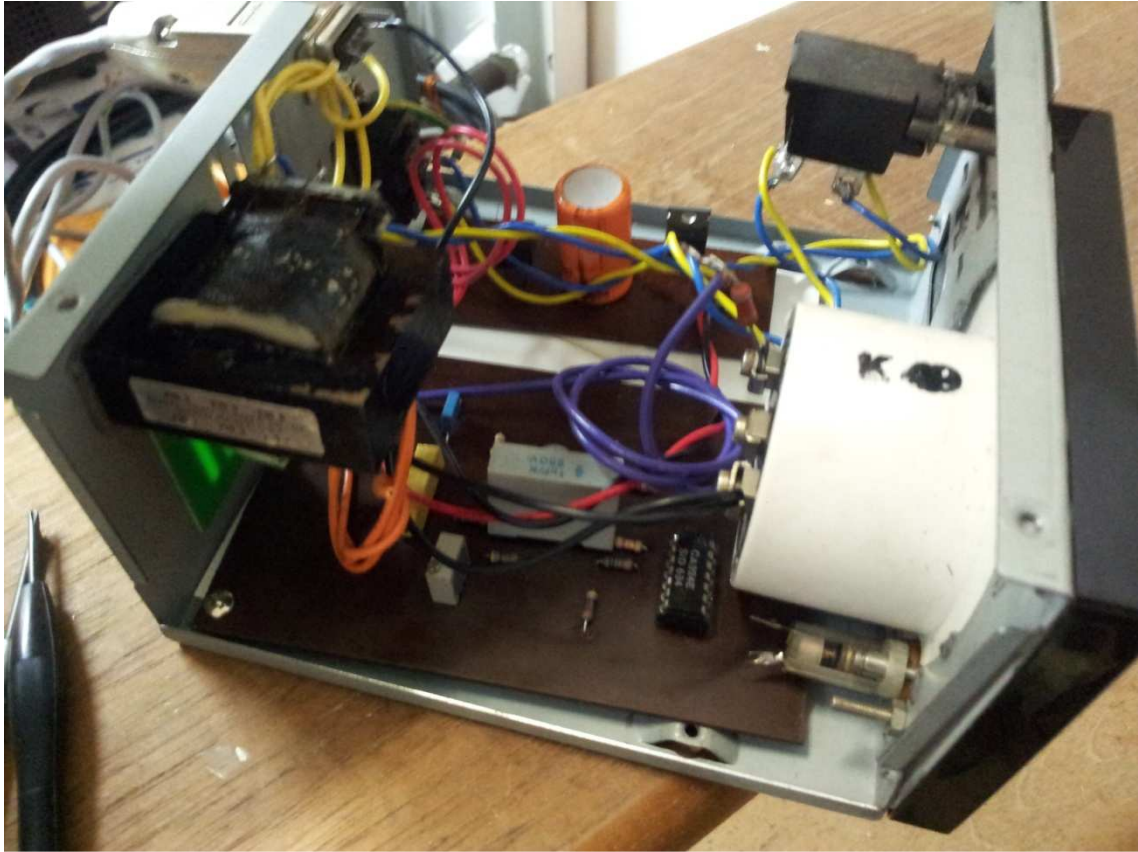


Foto 7
O Sensor seguiu o esquema inicial. (vide fotos 8 e 9)

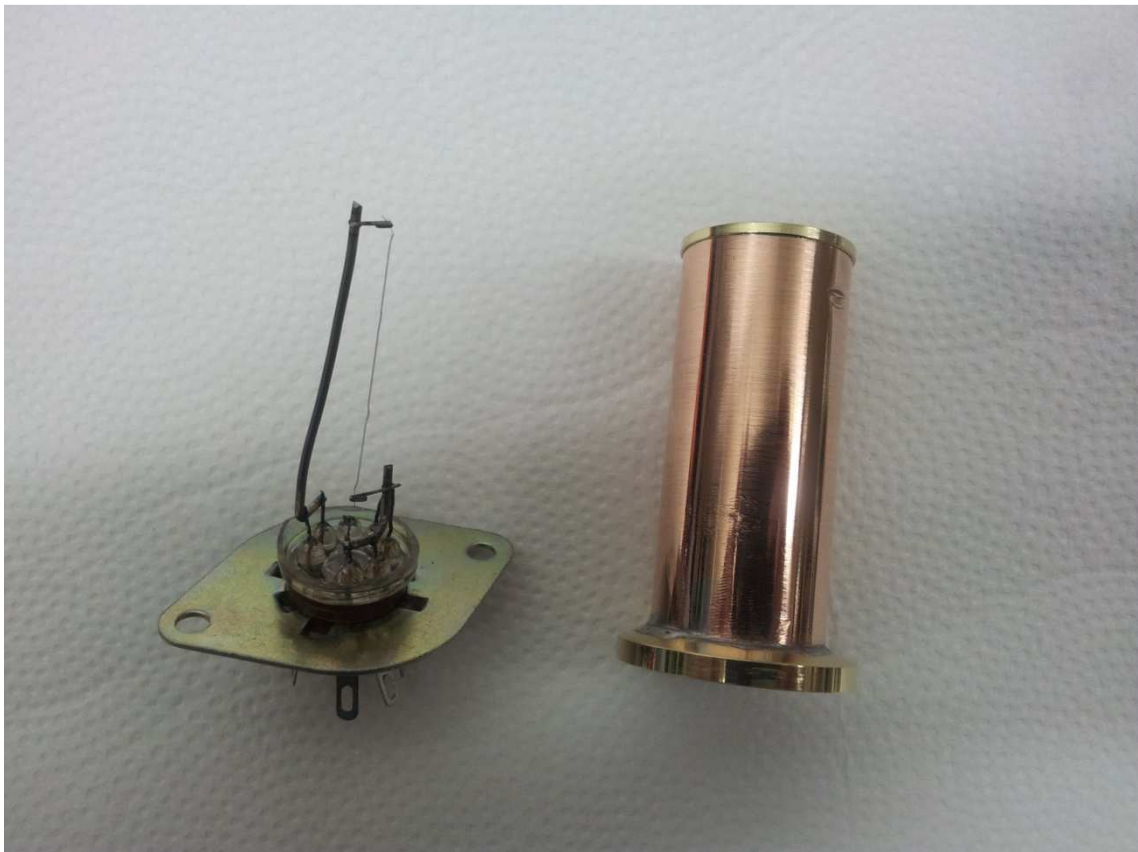


Foto 8



Foto 9

Fizemos a seguinte montagem para fazer as medidas:
Usando uma válvula agulha para variar a o nível de vácuo e um medidor tipo termopar,
fizemos as medidas necessárias para calibrar o nosso medidor. (Ver foto 10)



Foto 10

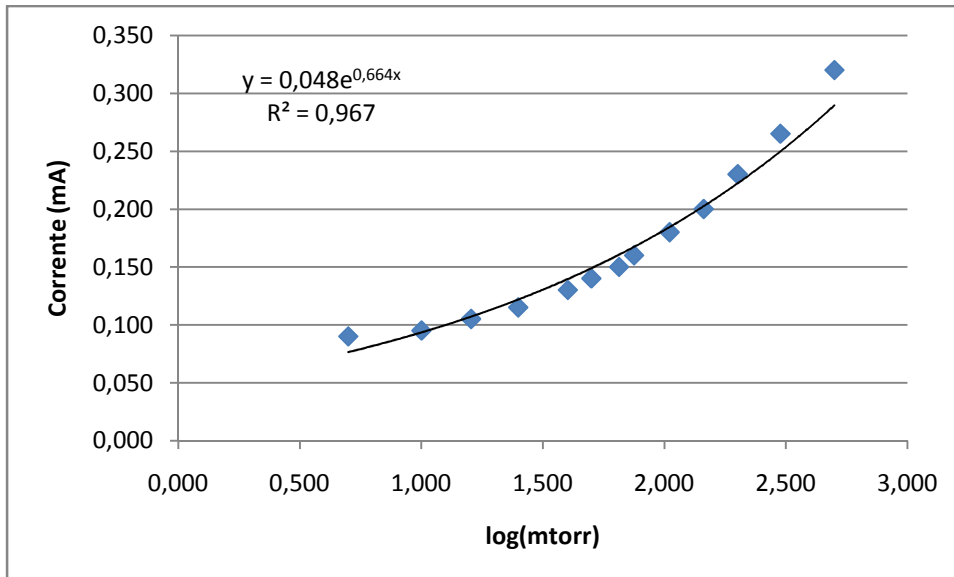
Medidas

As medidas feitas seguiram uma curva exponencial em um gráfico log x linear, como mostra a tabela e o gráfico abaixo:

Tabela 1: medias.

Vácuo	log.	Corrente
Mtorr	log(mtorr)	mA
5	0,699	0,090
10	1,000	0,095
16	1,204	0,105
25	1,398	0,115
40	1,602	0,130
50	1,699	0,140
65	1,813	0,150
75	1,875	0,160
105	2,021	0,180
145	2,161	0,200
200	2,301	0,230
300	2,477	0,265
500	2,699	0,320

Gráfico 1.



Dificuldades e Conclusão

A maior dificuldade foi na vedação da válvula elétrica na base do sensor porque foi necessária uma quantidade grande de resina para isolá-la, também gostaríamos de ter feito a calibração de forma mais confiável e para diferentes tipos de gases, mas infelizmente não tivemos acesso a um medidor de vácuo absoluto e nem a um sistema que nos permitisse a mudança de gases.

Contudo, podemos concluir que o sensor construído tem uma confiabilidade razoável e sempre indica a mesma corrente no vácuo correspondente.

Opinião do Professor Orientador

“Meu orientador concorda com o expressado neste relatório final e deu a seguinte opinião:

O aluno fez um trabalho bastante extenso e minucioso. obtendo um aparelho de medida de vácuo que pode tranquilamente ser usado em medidas de rotina num laboratório de ensino ou pesquisa. O relatório é bem detalhado permitindo qualquer pessoa replicar este instrumento. ”

Referências

Ref.1: http://people.umass.edu/dac/projects/LightBulb_Pirani/Light_Bulb_Pirani_Gage_Project.html

Resumo: Uso da referência para construção do esquema eletrônico de controle de corrente.

Ref.2: <http://sub3.webofknowledge.com>

Resumo: Site usado para buscar artigos e publicações disponível para os alunos do IFGW.

Ref.3: <http://www.google.com/search?q=Pirani+vacumm+gauge&ie=utf-8&oe=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:pt-BR:official&client=firefox-a>

Resumo: Site usado de busca de páginas da WEB que contem as palavras chaves: Pirani, vacumm, gauge.

Ref.4: <http://translate.google.com/?hl=en&tab=wT>

Resumo: Site usado para traduzir palavras de línguas estrangeiras para o Português e do Português para outros idiomas facilitando a busca na WEB por artigos em diversos idiomas.

Ref.5: “F 609 Relatório Final Pirani”, Fabio L. Cesar; Prof. Dr. Abner de Siervo, link: http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F609_2010_sem2/FabioL-Abner_RF2.pdf

Resumo: Usado como referência principal para o ponto de partida do projeto.

Ref.6: <http://www.metrovac.eu/tmef/page4/page94/page94.html>

Resumo: Uso da figura esquemática do princípio de funcionamento de um medidor do tipo Pirani.