

Montagem de um Aparato Experimental para Medidas de Capacitância em Capacitores de Carbono Amorfo

Phillip Palazzo (phpalazzo@yahoo.com.br)

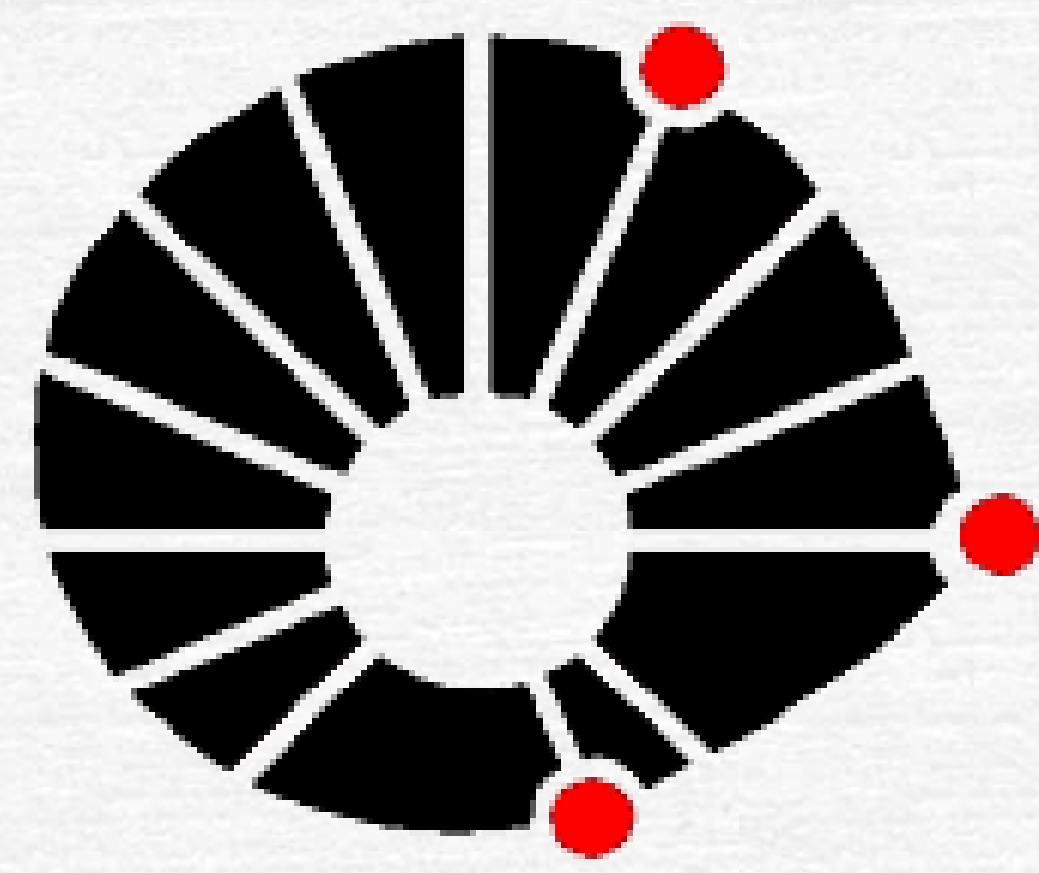
Orientação: Rangel Arthur (rangel@ceset.unicamp.br)

Tersio Guilherme S. Cruz (tersio@ufcar.br)

Universidade Estadual De Campinas
Faculdade de Tecnologia- Div. Telecomunicações
Instituto de Física- Lab. De Pesq. Fotovoltaicas

Agência Financiadora: Pibic/CNPq

Palavras-Chave: Filmes – Carbono - Capacitância



UNICAMP

Introdução

Os capacitores de carbono amorfo são o objetivo principal dos estudos demonstrados neste trabalho. Tais capacitores são montados com filmes finos de carbono amorfo depositados sobre substratos metálicos e recobertos com outra camada metálica, conforme na figura 1. Inicialmente é depositado um filme de alumínio sobre um substrato de vidro *corning*, usando evaporação térmica. Em seguida, o filme a-C: H é depositado sobre o alumínio pela técnica de descarga luminescente. Finalmente, por evaporação térmica, são depositadas “ilhas” de filmes de Al sobre a superfície do filme de a-C: H, formando o “capacitor”. O filme de carbono amorfo possui algumas vantagens como: facilidade de deposição, materiais relativamente abundantes e com baixo custo, material de alta dureza. É demonstrado em [1] que os filmes a-C:H possuem propriedades de dureza e comportamento constante com variação de temperatura.

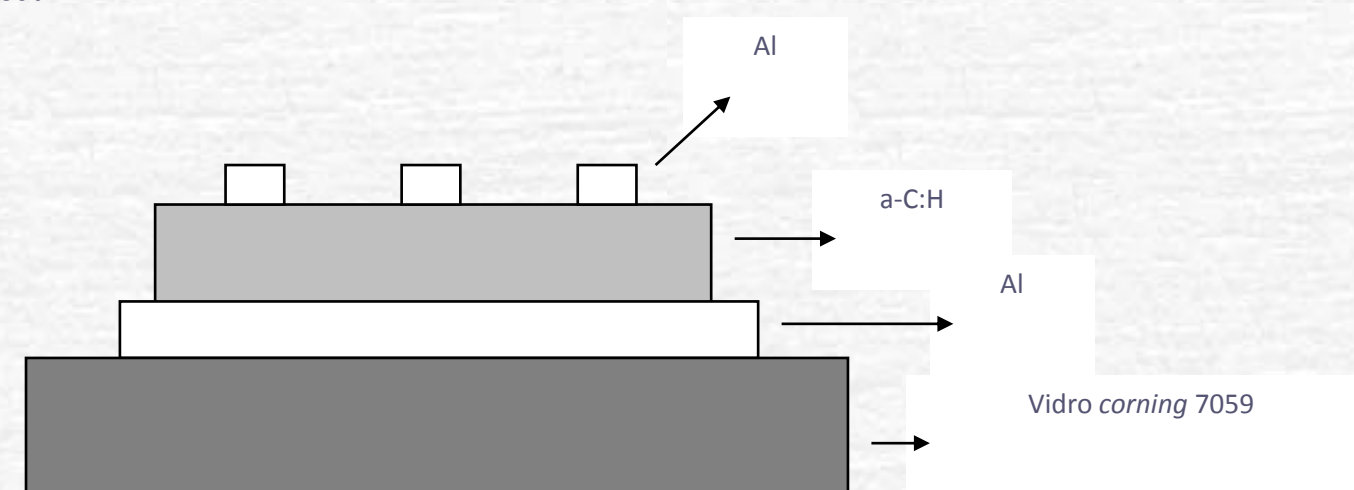


Figura 1: Capacitor do projeto

Metodologia

As medidas foram feitas no Laboratório de Pesquisas Fotovoltaicas (DFA/IFGW).

Os equipamentos utilizados na análise por EIE foram:

-Potenciostato/galvanostato EG & G - PAR Model 273A (um aparelho que aplica o potencial)

- Analisador de Freqüência Schlumberger 1255 HF (responsável pela aplicação do sinal alternado). Ambos os equipamentos estavam interfaceados a um microcomputador.. Foi usada a técnica Espectroscopia de Impedância Eletroquímica (EIE) para medir a capacitância.

Resultados e Discussão

O princípio da técnica de Espectroscopia de Impedância Eletroquímica (EIE) consiste em aplicar na amostra, um potencial alternado de pequena magnitude e de freqüência ω (na prática, para uma faixa de freqüência).

Seja este potencial alternado $E(t)$ dado por: $E(t) = E_o \text{sen}(\omega t)$ (I) ,em Volts (V).

e a corrente $i(t)$ dada por: $i(t) = i_o \text{sen}(\omega t + \varphi)$ (II) ,em Amperes (A).

sendo φ a diferença de fase entre a voltagem e a corrente. Então, pode-se definir a impedância do sistema como:

$$Z(\omega) \equiv \frac{E(\omega)}{i(\omega)} \quad \text{(III)} \quad \text{,em Ohms } (\Omega).$$

Num experimento de impedância, muitas vezes a resposta é modelada com o uso de circuitos eletrônicos equivalentes. Tais circuitos são utilizados para ajustar as curvas experimentais.

O resultado da medida é uma tabela com três colunas: parte real da impedância, parte imaginária de impedância e freqüência. Com isso, é comum fazer um gráfico (chamado gráfico de Nyquist) cujo eixo vertical é a impedância imaginária e cujo eixo horizontal é a impedância real. A partir dos dados experimentais, usamos um programa [2] para ajustar tais dados usando um circuito conhecido. Os componentes deste circuito são escolhidos de acordo com os parâmetros da amostra. A figura 2 mostra o circuito equivalente.

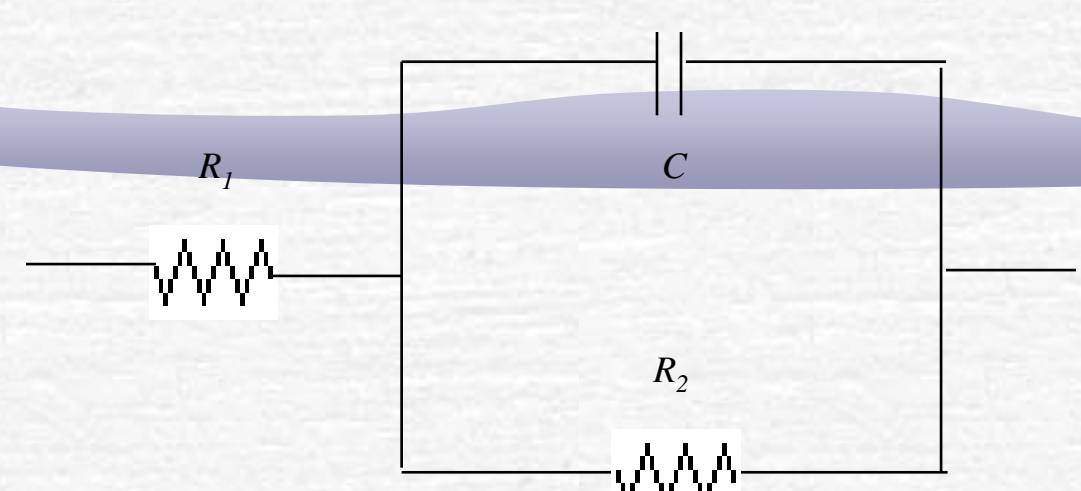


Figura 2 : Esquema do circuito utilizado para ajustar as curvas experimentais

A figura 2 mostra os seguintes parâmetros:

R_1 = resistor de resistência pequena (devido aos contatos)

R_2 = resistor de resistência grande (devido ao dielétrico)

C = capacitância

Para testar o equipamento, medimos a impedância de alguns capacitores simples (cerâmicos e eletrolíticos) e de uma célula solar. Os resultados para a célula solar são mostrados na figura 3. O potencial aplicado variou de -0,8V a 0,8 V, com variação de 0,16V. A freqüência variou de 10mHz a 10kHz. T3 é para $V = -0,8V$. T13 é para $V = +0,8V$. O circuito equivalente utilizado foi o da figura anterior. A capacitância medida foi de 4,2 μF e não variou com o potencial. Cabe lembrar que este não é um resultado comum para células fotovoltaicas e mais estudos deverão ser realizados explicar tal comportamento.

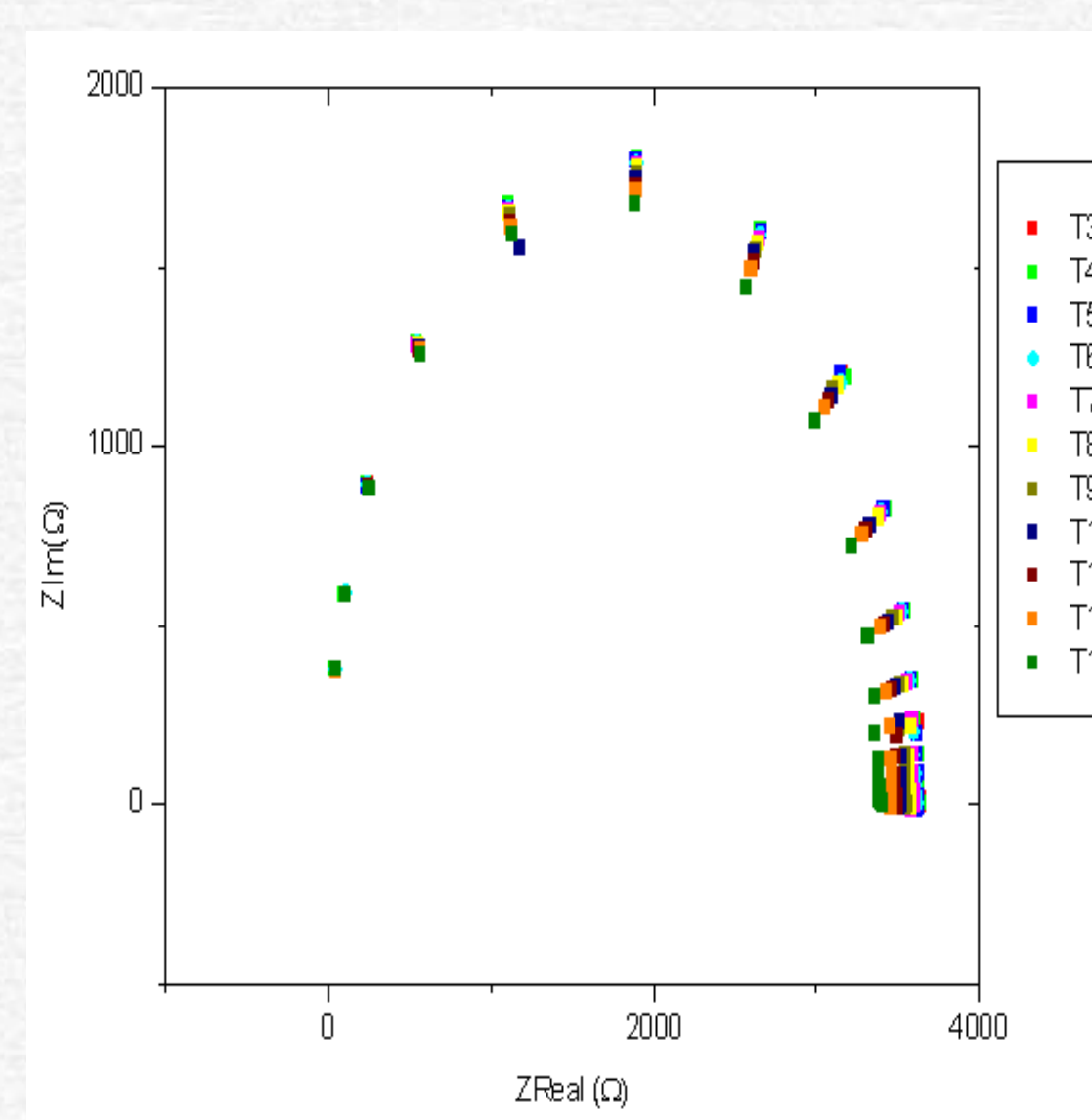


Figura 3: Gráfico da impedância real versus impedância imag. para uma célula fotovoltaica.

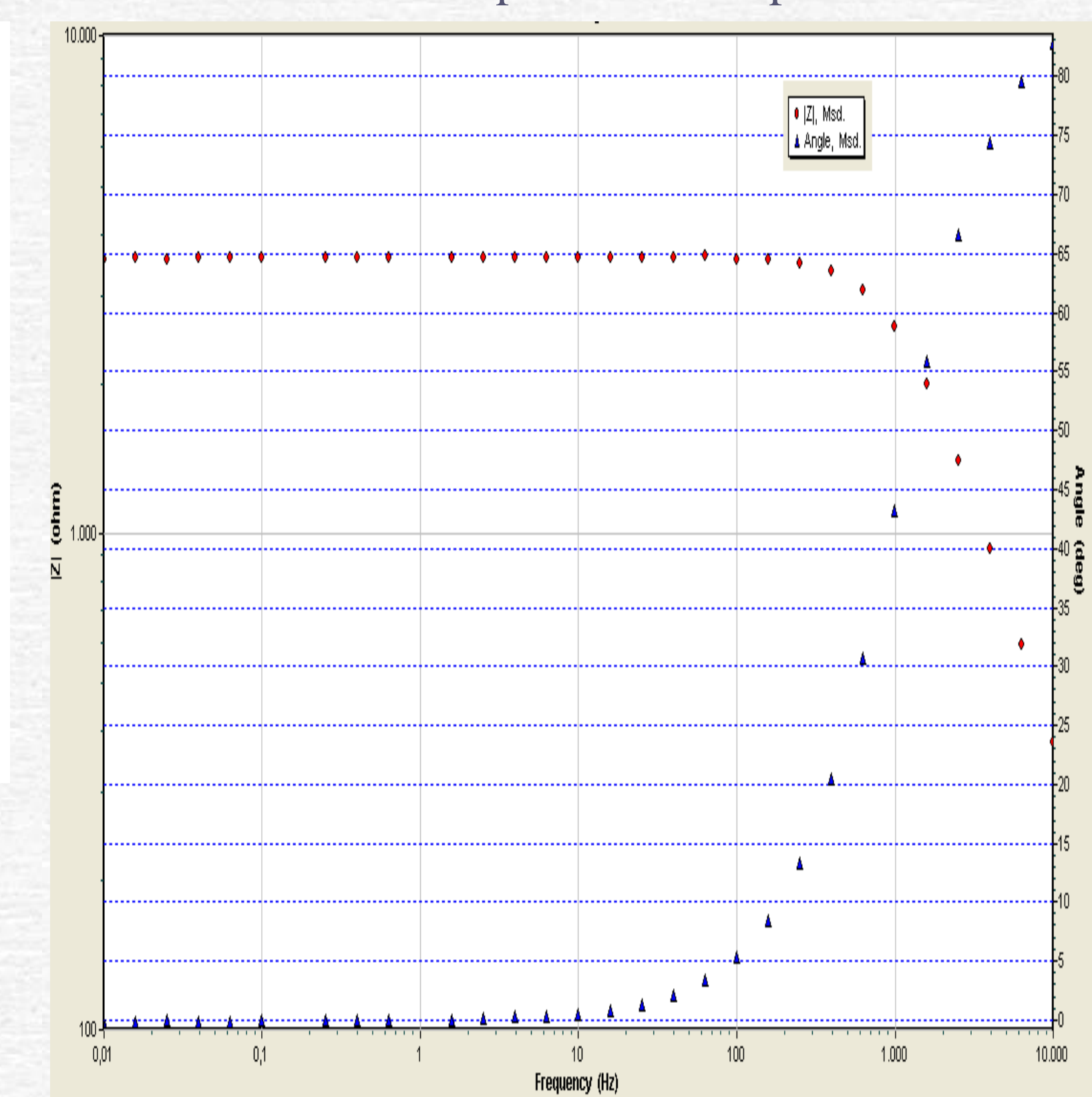
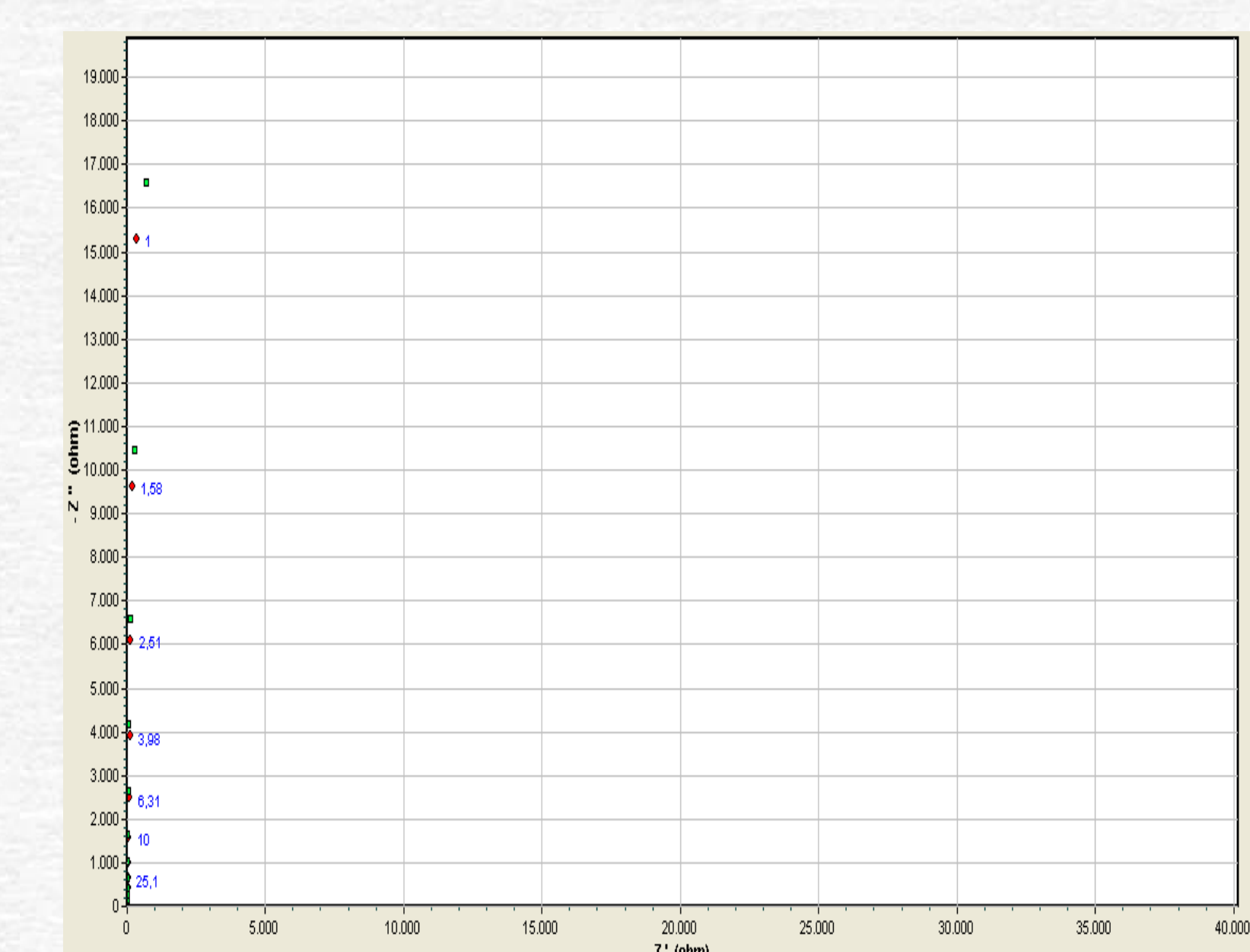


Figura 4: Gráfico do módulo da impedância em função da freqüência (e do ângulo de fase). A impedância se manteve constante para a faixa de 10mHz a 500Hz.

Figura 5: Capacitância (parte real e parte imaginária): capacitor de 10 μF . Os pontos em vermelho representam o ajuste usando o circuito equivalente $R_1(R_2C)$.



Conclusões

Os resultados são os seguintes: $R_1 = 5,0 \Omega$; $R_2 = 40k\Omega$; $C = 9,6\mu F$. Os mesmos se encontram dentro do esperado, $R_2 \gg R_1$ e o valor da capacitância muito próxima do valor real, ou seja, o aparato mostra valores confiáveis. Em [3] é realizado trabalho semelhante. Os valores de capacitância podem ser calculados usando os valores de constante dielétrica do Filme ($\epsilon_r = 2$), e considerando o diâmetro do filme, a distância entre as placas, $d=1mm$.

Referências

[1]- S. C. Trippe, R. D. Mansano, Estudo e caracterização de filmes de carbono do tipo diamante (diamond Like Carbon-DLC) depositados pela técnica de sputtering reativo, Dissertação de Doutorado, POLI/USP, São Paulo, SP, 2003.

[2]- EQUIVCRT – Referência: BOUKAMP, B. A., Equivalent Circuit – EQUIVCRT Programs-Users Manual, v. 3, pág 97, University of Twente – Holand, 1989

[3]- H. Bayhan, A, S, Kavasoglu, Admittance and Impedance Spectroscopy on Cu(In, Ga) Se₂ Solar Cells, Department of Physics, Mugla university, 48000 Mugla-Turkey, julho 2002.