

DESENVOLVIMENTO DE UM INSTRUMENTO APLICADO A MEDIÇÃO DE CONDUTIVIDADE DE SOLUÇÕES SALINAS.

Renato A. Freitas¹, Cristóvão M. de O. L. Filho¹, Reginardo T. L. Júnior¹, Raimundo C. S. Freire¹, Eudésio O. Vilar¹, Kaline M. de S. Viana¹, Aécio C. O. Feitosa¹

¹ Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campina Grande, Brasil, (renato.freitas@ee.ufcg.edu.br, cristovao.molf@gmail.com, kakarotu@gmail.com, rcsfreire@dee.ufcg.edu.br, vilar@deq.ufcg.edu.br, kalinesouto@yahoo.com.br, aerciofeitoza@gmail.com)

Resumo: Apresenta-se neste trabalho o desenvolvimento de um instrumento aplicado à medição da condutividade elétrica de soluções salinas, destinado a laboratórios de engenharia eletroquímica, para a determinação do Número de MacMullin. A determinação do Número de MacMullin é necessária para a caracterização do diafragma utilizado no processo de produção de cloro-soda. Tais diafragmas são feitos de amianto, material tóxico, por isso torna-se necessária sua substituição por materiais que possuem as mesmas características.

Palavras chave: condutivímetro, soluções salinas, número de MacMullin.

1. INTRODUÇÃO

No processo de produção de cloro-soda são utilizados diafragmas de amianto, como interface para separação do cloro e da soda. Atualmente o amianto foi proibido de ser utilizado por ser altamente prejudicial à saúde, assim pesquisas estão sendo realizadas para substituição do amianto por materiais alternativos.

Os diafragmas alternativos devem possuir propriedades semelhantes aos diafragmas de amianto, tais como serem permeáveis e possuírem baixa queda ôhmica.

Para a caracterização do diafragma utilizado no processo de produção de cloro-soda é utilizado o Número de MacMullin (N_M) que é uma medida adimensional dada pela relação entre a resistividade do meio eletrólito com o diafragma (ρ_d) e a resistividade do meio eletrólito sem o diafragma (ρ_s) [1,2].

Para a realização do experimento de determinação do Número de MacMullin é necessária a medição da resistência de soluções salinas, como idealizado em [1], em que o diafragma é introduzido entre os eletrodos ambos em um recipiente contendo a solução salina, como é mostrado na Fig. 1.

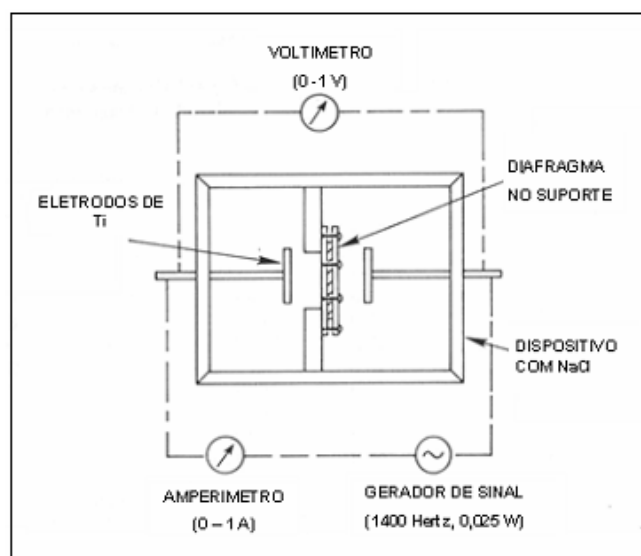


Fig. 1. Experimento de Poush[1].

Uma maneira de obter o valor da resistência dessas soluções é utilizando um condutivímetro, porém os condutivímetros convencionais não possuem a capacidade de medir a alta condutividade de tais soluções.

Portanto, para possibilitar a realização do experimento foi desenvolvido um condutivímetro que atendesse as especificações requeridas. O condutivímetro desenvolvido utiliza um microcontrolador da família PIC, da *Microchip*®, para realizar as medições e em seguida apresentar os resultados obtidos em um display LCD.

2. OBJETIVO

O Objetivo deste trabalho é apresentar o desenvolvimento de um condutivímetro, baseado em microcontrolador da família PIC, para a medição da condutividade de soluções salinas.

Esse condutivímetro será utilizado em laboratórios de engenharia eletroquímica para caracterização de diafragmas utilizados em processos de produção de cloro-soda.

3. METODOLOGIA

O experimento para a determinação do Número de MacMullin (N_M), o qual é representado pela equação 1, consiste em realizar as medições da condutividade elétrica da solução com o diafragma (κ_d) e sem o diafragma (κ_s).

$$N_M = \frac{\rho_d}{\rho_s} = \frac{\kappa_s}{\kappa_d} \quad (1)$$

Na equação 2, está apresentada a relação entre a condutividade elétrica (κ), de uma solução salina em geral, a condutância (G), a distância entre os eletrodos (L) e a área eletródica (A).

$$\kappa = G \cdot \frac{L}{A} \quad (2)$$

A célula de solução salina utilizada, mostrada na Fig. 2, possui $L = 4 \text{ cm}$ e $A \approx 3.141592653 \text{ cm}^2$.

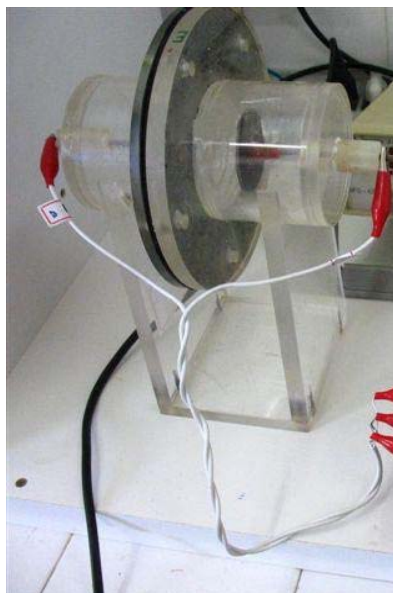


Fig. 2. Célula de solução salina.

Para a realização dos ensaios experimentais o condutivímetro é conectado aos terminais da célula de solução salina, conforme apresentado na Fig. 3.

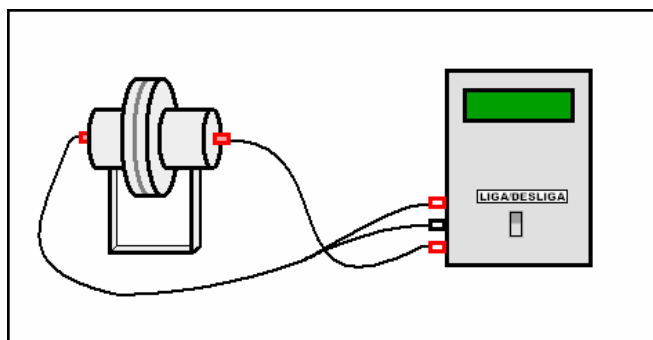


Fig. 3. Desenho esquemático da montagem do experimento.

4. DESENVOLVIMENTO

O princípio de funcionamento do condutivímetro desenvolvido é efetuar a medição da corrente que passa pela célula de solução salina, na qual é aplicada uma tensão conhecida. Na Fig. 4 é mostrado o diagrama em blocos do circuito do condutivímetro.

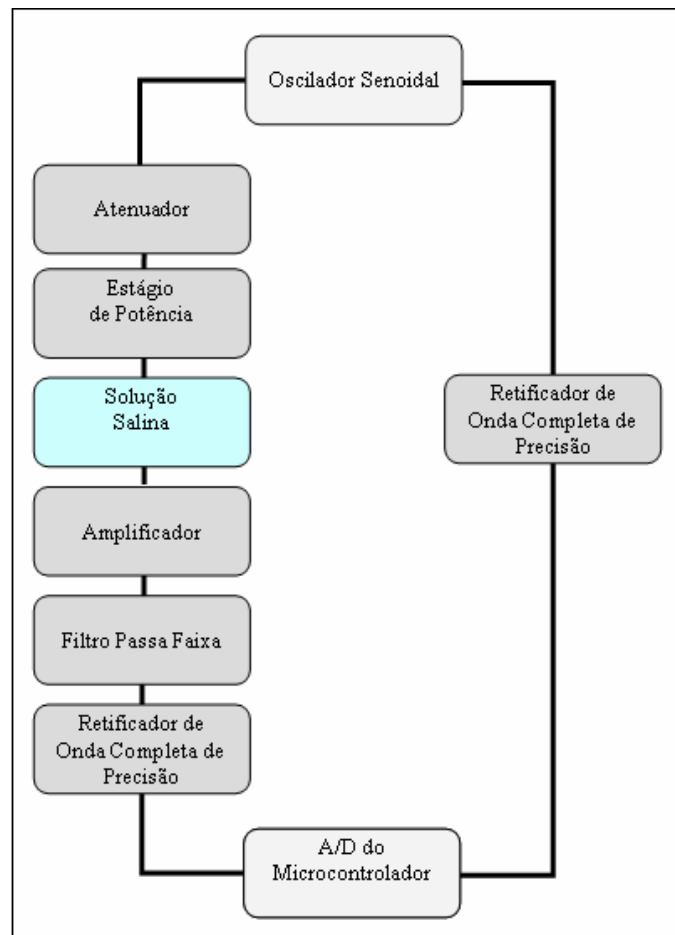


Fig. 4. Diagrama em blocos do circuito eletrônico do condutivímetro.

Inicialmente um oscilador gera um sinal senoidal de amplitude fixa na frequência de 1400 Hz, que será aplicado aos terminais da célula de solução salina. O sinal senoidal com essa frequência evita que os íons da solução se polarizem, permitindo a medição correta da condutância.

O sinal proveniente do oscilador passa por um atenuador de sinal da ordem de 100 vezes com um intuito de diminuir sua amplitude e limitar a corrente que circula pela solução. O sinal atenuado passa por um estágio de potência que consiste em uma fonte de corrente capaz de fornecer uma corrente em torno de 40mA para a solução.

Após a solução, o sinal passa por um amplificador de ganho 100 para elevar sua amplitude seguido de um filtro passa faixa, centralizado na frequência de 1400Hz.

Como o microcontrolador PIC opera com valores positivos de tensão é necessário retificar o sinal senoidal obtido na saída do filtro passa faixa. Para tal é aplicado um retificador de onda completa de precisão que possui características de transferência de alta precisão [2].

O sinal obtido na saída do retificador de precisão é discretizado por meio do conversor A/D, interno do microcontrolador PIC utilizado (PIC18F2550), o qual possui uma resolução de 10 bits. O valor da tensão do oscilador também é discretizado pelo mesmo conversor.

Com os valores da tensão proveniente da solução e o valor da tensão do oscilador, armazenados, é efetuado o cálculo da condutância, obtido dividindo o valor da corrente da solução (i_s) pela tensão do oscilador (V_{os}) como apresentado na equação 3.

$$G = \frac{i_s}{V_{os}} \quad (3)$$

Com isso, por meio da equação 2, pode-se calcular a condutividade. Na Fig. 5 é mostrado o condutivímetro em funcionamento.



Fig. 5. Condutivímetro em utilização.

5. CONCLUSÃO

O experimento de determinação do Número de MacMullin foi realizado com o condutivímetro desenvolvido, fornecendo resultados considerados coerentes.

Os números de MacMullin calculados com os valores das condutibilidades obtidas com diferentes diafragmas de amianto, é apresentado na tabela 1 e pode ser comparado com os valores obtidos em [1].

Tabela 1: Números de MacMullin calculados

Espessura do Diafragma(mm)	Nº de MacMullin obtido em [1]	Nº de MacMullin Experimental
1,55	5,15	5,1613
1,80	5,3	5,5000
2,77	4,63	4,7259
3,02	7,5	8,0860
3,25	7,45	7,4247

A grande vantagem do instrumento desenvolvido está no fato de que o mesmo possibilita a leitura de condutividade de soluções salinas em concentração considerável, em torno de 80 g/l de NaCl, na qual os condutivímetros convencionais não conseguiram medir.

REFERÊNCIAS

- [1] K.A. Poush, D.L. Caldwell, J. Van Zee, R.E. White "Characterization of Asbestos Diaphragms for Chlor-alkali Electrolysis", Modern Chlor-Alkali Technology, Vol.2, 1983.
- [2] D. L. Caldwell, K. A. Poush "Porous separators for electrolytic processes", United State Patent, number 4,464,238, Midland, Michigan, maio de 1983.
- [3] A. S. Sedra, K. C. Smith "Microeletrônica", Editora Makron Books, 2004.