

PROJETO E CONSTRUÇÃO DE UMA FONTE DE TENSÃO CC AJUSTÁVEL DE ALTA PRECISÃO PARA FINS DE REFERÊNCIA

Rosamaria Wu Chia Li, Mary Sanae Nakamura e Jonas Gruber*

Universidade de São Paulo - Instituto de Química - CP 26077 - 05599-970 - São Paulo - SP

Recebido em 4/9/95; aceito em 12/12/95

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A PRECISION ADJUSTABLE REFERENCE DC VOLTAGE SOURCE. The construction of a precision adjustable reference voltage source capable to supply any chosen voltage value between 0.000 V and 5.000 V dc, operated from a single commercial 9 V battery is described. Low output resistance, typically 500 W, assures excellent stability and immunity to noise. Its use as a reference for X-Y recorders used in cyclic voltammetry is given as an example of application.

Keywords: reference voltage; cyclic voltammetry; XY-recorder.

INTRODUÇÃO

Equipamentos eletrônicos capazes de fornecer potenciais constantes pré-selecionados são muito comuns nos laboratórios de eletroquímica e são genericamente denominados potenciostatos. Um exemplo de construção de um potenciostato/galvanostato (fonte de corrente constante), para fins de eletro-síntese orgânica, foi por nós publicado há alguns anos¹. Esses aparelhos são projetados para manterem um determinado potencial constante entre um eletrodo de trabalho e um eletrodo de referência, fazendo uso de um terceiro eletrodo (auxiliar) através do qual o instrumento aplica uma tensão de magnitude tal que garanta a estabilidade do potencial do eletrodo de trabalho.

Entretanto, em algumas aplicações, especialmente as que envolvem calibração de equipamentos, tais como conversores analógico-digitais, registradores X-Y etc., faz-se necessário o emprego de uma fonte de tensão de referência, permitindo ajuste preciso da tensão de saída e alta estabilidade da mesma.

Nos experimentos de voltametria cíclica empregamos um registrador X-Y (PAR modelo RE0074) que apresenta uma chave seletora para cada eixo coordenado, possibilitando através de suas 5 posições, selecionar o ganho do amplificador interno, de modo que se possa registrar o voltamograma com um número de mV/cm conhecido. No entanto, como o fator de multiplicação entre as diversas posições é de uma ordem de grandeza, muitas vezes o registro se apresenta com tamanho menor que o desejado, e a mudança de escala não é factível, uma vez que nesse caso o registro ultrapassa os limites do papel.

Apesar de o registrador oferecer uma opção de ganho variável, permitindo o livre ajuste do tamanho do voltamograma através de um potenciômetro, perde-se nessa modalidade o valor da escala utilizada. Esse valor é muitas vezes importante para a determinação de certos parâmetros eletroquímicos.

Achamos de interesse projetar e construir uma fonte de referência de tensão portátil que seria empregada para permitir a determinação da escala (número de mV/cm), sempre que o registrador fosse utilizado nestas circunstâncias. Assim, após o registro do voltamograma, o operador pode aplicar uma tensão precisamente conhecida, tanto nos terminais de entrada do amplificador X como Y, registrando no canto do papel dois segmentos ortogonais que permitirão facilmente determinar as escalas dos eixos coordenados.

A figura 1 ilustra um esboço de um voltamograma genérico acompanhado do registro dos segmentos correspondentes a uma tensão de 200 mV aplicada nos eixos X e Y. A conversão para corrente (eixo Y) pode ser calculada através da lei de Ohm

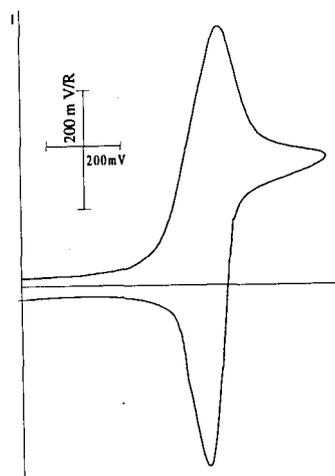


Figura 1. Voltamograma genérico mostrando a escala registrada com o auxílio da fonte de referência.

($i=U/R$), sabendo-se o valor da resistência interna do gerador de onda triangular.

DESCRIÇÃO DO CIRCUITO ELETRÔNICO

A figura 2 representa o esquema eletrônico completo do aparelho por nós montado.

Empregamos como regulador de tensão o circuito integrado LM317A (Q1) da National Semiconductor². Trata-se de um regulador ajustável de 3 terminais capaz de fornecer em sua saída tensões entre 1,2 e 37 V com uma corrente da ordem de 1,5 A e estabilidade melhor que 0,3%. A tensão de saída pode ser pré-fixada pelos valores dos resistores R1 e R2, segundo a equação:

$$V_{s\grave{a}l\grave{d}a} = 1,25 \left(1 + \frac{R1}{R2} \right) + I_{aj}(R1)$$

onde I_{aj} é igual a 100 μ A e o termo $I_{aj}(R1)$ pode ser considerado desprezível (6,8 mV) nessa aplicação.

Os valores de R1 e R2 por nós selecionados fornecem uma tensão de saída igual a 1,56 V, aplicada a um divisor resistivo formado por um "trimpot" de precisão (R4) e um potenciômetro (R3) de 10 voltas em cujo eixo foi fixado um "dial" dotado de trava com menor divisão de escala correspondente a 0,02 voltas.

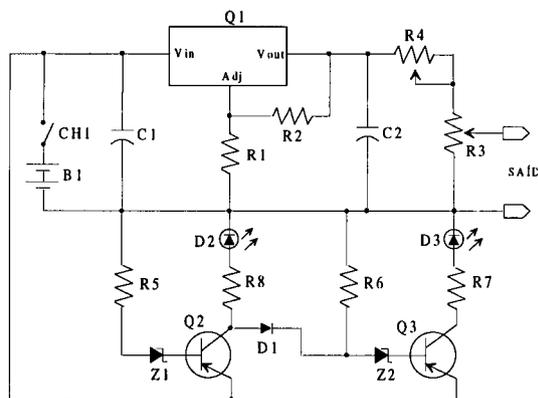


Figura 2. Esquema eletrônico completo da fonte de referência.

A calibração foi feita com o cursor do potenciômetro R3 no fim da décima volta e ajustando R4 de modo a se obter 1,000 V como tensão de saída, medida com o auxílio de um multímetro digital Beckman modelo 3050.

Convém ressaltar que, alimentando o circuito com uma bateria comercial de 9 V, é possível, mediante adequada escolha dos valores de R1 e R2, obter tensões estabilizadas de até no mínimo 5,000 V.

A fim de poder monitorar o estado da bateria de 9 V, projetamos um circuito simples que indica através de um único diodo emissor de luz ("LED") bicolor (representado por D2 e D3) as seguintes situações representadas na tabela 1.

Tabela 1. Indicação visual do estado da bateria.

| COR ACESA | V _{bat.} (Volts) | SIGNIFICADO |
|----------------|---------------------------|------------------------------------|
| Verde | > 6,8 | Bateria em bom estado |
| Vermelha | entre 3,8 e 6,8 | Convém substituir a bateria |
| LED não acende | < 3,8 | Não usar o aparelho nesta condição |

Conforme ilustrado na figura 2, diodos zener de 6,1 V (Z1) e 3,1 V (Z2) foram conectados em série com as bases dos transistores Q2 e Q3 responsáveis pelo acendimento do "LED" bicolor (D2 e D3), respectivamente. Devido à queda de aproximadamente 0,7 V sobre o diodo base-emissor de cada transistor, as tensões de comutação aumentam para 6,8 e 3,8 V. A função do diodo D1 é de impedir que as duas cores acendam simultaneamente sempre que a bateria apresentar uma tensão maior que 6,8 V. Assim, quando Q2 estiver conduzindo e a cor verde acesa, não haverá tensão suficiente no anodo de Z2, para levar Q3 à saturação, e a cor vermelha permanecerá apagada.

Como interruptor geral utilizamos uma chave de pressão (CH1), normalmente aberta, conectada em série com o terminal positivo da bateria.

MONTAGEM

O aparelho foi montado sobre uma placa de circuito impresso padrão e alojado num gabinete plástico de 7 x 8,5 x 5 cm³.

No painel frontal foram fixados o potenciômetro de 10 voltas com o "dial" de precisão, o interruptor de pressão e o "LED" bicolor. No painel lateral a saída foi feita via dois conectores do tipo "banana".

AFERIÇÃO DO APARELHO

Foram medidas com um multímetro digital Beckman modelo 3050 as tensões de saída para 11 posições diferentes no "dial", começando com 0,00 e incrementando uma volta de cada vez até totalizar 10,00 voltas. Os resultados dos testes de aferição indicaram que as tensões de saída apresentaram um desvio máximo de $\pm 0,001$ Volts com relação ao valor selecionado no "dial", conforme ilustrado na tabela 2. Esse desvio reflete a precisão do aparelho, uma vez que a menor divisão do "dial" (0,02 voltas) corresponde a 0,002 Volts.

Tabela 2. Tensões de saída vs. número de voltas do "dial".

| Nº de voltas | Tensão de Saída (V) |
|--------------|---------------------|
| 0,00 | 0,000 |
| 1,00 | 0,099 |
| 2,00 | 0,199 |
| 3,00 | 0,300 |
| 4,00 | 0,400 |
| 5,00 | 0,500 |
| 6,00 | 0,600 |
| 7,00 | 0,700 |
| 8,00 | 0,800 |
| 9,00 | 0,901 |
| 10,00 | 1,001 |

A estabilidade térmica da tensão de saída foi verificada entre 4°C e 50°C e foi de $\pm 0,001$ V, entre 0,000 V e 1,000 V.

Diversas aferições feitas nos últimos 6 meses demonstraram que não há necessidade de calibrações frequentes.

LISTA DE COMPONENTES

Resistores (Ω , 1/3W, 1%): R1=68; R2=270; R3=500 ("trimpot" 15 voltas); R4=500 (potenciômetro 10 voltas); R5=R6=10 K; R7=R8=470. **Semicondutores**: Q1=LM317A; Q2=Q3=BC 558; D1=1N4001; D2=D3="LED" bicolor; Z1=diodo zener 6V1; Z2=diodo zener 3V1. **Capacitores** (tântalo): C1=10 μ F/16 V; C2=1 μ F/16V. **Diversos**: CH1=interruptor de pressão normalmente aberto; B1=bateria de 9 V.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Simone Zaccarias da FFLCH-USP pela correção do manuscrito.

REFERÊNCIAS

- Gruber, J.; Pardini, V. L. e Viertler, H., *Quím. Nova* **1992**, *15*, 83.
- National Linear Databook; National Semiconductor Corporation, 1980.

Publicação financiada pela FAPESP