
ASSOCIAÇÃO DE PILHAS NOVAS E USADAS EM PARALELO: UMA ANÁLISE QUALITATIVA PARA O ENSINO MÉDIO⁺*

Deisy Piedade Munhoz Lopes
Dante Luis Chinaglia
Jorge Roberto Pimentel
Departamento de Física – UNESP
Rio Claro – SP

Resumo

As possíveis conseqüências de se utilizar pilhas (ou um conjunto delas, as baterias) novas, associadas em paralelo com usadas, são discutidas qualitativamente, utilizando-se conceitos de eletricidade e de análise de circuitos, da maneira como são tradicionalmente abordados em aulas de Física no Ensino Médio, para que o professor possa ilustrar e complementar suas atividades de eletricidade. Os resultados mostram que, se as tensões reais fornecidas pelas pilhas ou suas resistências internas forem muito diferentes entre si, haverá um acentuado desgaste daquela que é nova, indicando que se deve evitar o uso conjunto de pilhas novas e usadas, associadas em paralelo.

Palavras-chave: *Eletricidade, associação de geradores.*

Abstract

The possible consequences of using new batteries, connected in parallel with used ones are analyzed theoretically using electrical and circuit analysis concepts, as they are commonly teaching in classes of Physics in high schools, as to allow the teacher to illustrate and complement his activities of electricity. The results shows that if the real voltages supplied by the batteries or its internal resistances are very dif-

⁺ Connecting new and old batteries in parallel: a qualitative analyses for high school level

^{*} *Recebido: julho de 2002.*
Aceito: fevereiro de 2002.

ferent among itself there will be a significant stress (wear down) of the new battery, indicating that it must be avoided the use of new and old batteries together connected in parallel.

Keywords: *Electricity, generator association.*

I. Introdução

A associação de pilhas (ou baterias), em série ou paralelo, consiste em um tópico tradicionalmente abordado no estudo da Eletricidade, estando presente, tanto em livros textos destinados ao Ensino Médio (por exemplo, BONJORNO, 1993, ALVARES e da LUZ, 1992), quanto ao Ensino Superior (por exemplo, KELLER et al., 1997 e HALLIDAY et al., 1996). Neles, porém, o assunto não é tratado de forma suficientemente detalhada, que permita o professor explorar ou enriquecer a aula, indo além da tradicional justificativa de que as associações são úteis para se obter valores maiores de tensão ou corrente que aqueles fornecidos individualmente.

Para o Ensino Médio, os livros-textos não fazem qualquer referência à influência que duas importantes características intrínsecas das pilhas –sua resistência interna e a tensão real que fornecem– têm no desempenho da associação. Até mesmo alguns livros para o Ensino Superior, quando abordam o assunto, não o fazem qualitativamente e de forma a contribuir para que o professor explore e enriqueça suas aulas.

A associação em paralelo é apresentada como sendo uma forma de se obter valores mais elevados de corrente, além de proporcionar maior tempo de funcionamento, quando uma carga qualquer for ligada à associação. Entretanto, à medida que as pilhas são utilizadas, a tensão que fornecem gradualmente diminui e sua resistência interna aumenta de valor.

A influência disto nos valores da corrente e tensão, fornecidos por uma associação em paralelo, quando se utilizam, simultaneamente, pilhas novas e usadas é analisada e discutida a seguir, utilizando conceitos elementares de eletricidade e de circuitos elétricos.

II. Tensão fornecida pela associação em paralelo

A Fig. 1 esquematiza um circuito adequado para a análise a ser desenvolvida. Ele é formado por duas pilhas, representadas por suas respectivas forças eletromotrizes ε_1 e ε_2 e resistências internas R_1 e R_2 .

Representando por I a corrente que percorre o circuito, a diferença de potencial entre os pontos **a** e **b** pode ser escrita como:

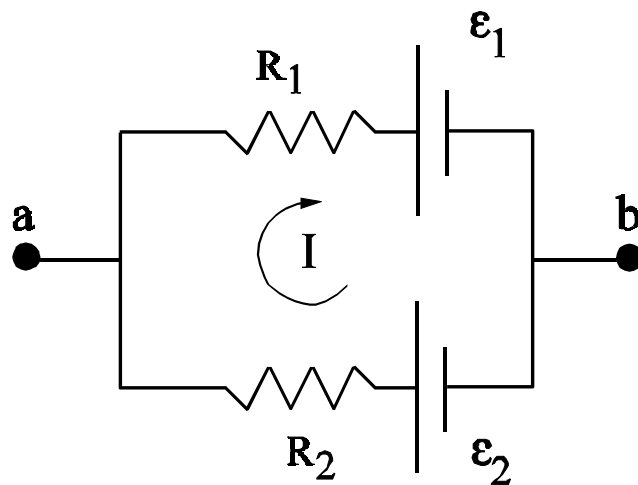


Fig.1- Esquema da ligação de pilhas em paralelo usado na análise.

$$V_{ab} = R_1 I + \varepsilon_1 = -R_2 I + \varepsilon_2 \quad (1)$$

Aplicando a Lei de Kirchhoff das Tensões, para o circuito fechado, obtém-se:

$$R_1 I + \varepsilon_1 - \varepsilon_2 + R_2 I = 0 \quad (2)$$

As equações (1) e (2), combinadas, resultam na seguinte expressão para a diferença de potencial V_{ab} :

$$V_{ab} = \varepsilon_1 + R_1 \frac{(\varepsilon_2 - \varepsilon_1)}{(R_1 + R_2)} \quad (3)$$

III. Análise qualitativa deste resultado

Supondo que uma das pilhas seja nova e que a outra já tenha algum tempo de uso, os diferentes valores de suas resistências internas podem ser representados, em termos de uma constante α , da seguinte forma:

$$R_2 = \alpha R_1 \quad (4)$$

A diferença de potencial (3), fornecida pela associação, pode ser escrita como:

$$V_{ab} = \frac{\varepsilon_2 + \alpha \varepsilon_1}{(1 + \alpha)} \quad (5)$$

Quando $\alpha=1$, isto é, as pilhas têm resistências internas iguais, obtém-se:

$$V_{ab} = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{2} \quad (6)$$

e cada pilha contribui igualmente, com sua força eletromotriz, para a diferença de potencial resultante da associação.

Quando $\alpha \ll 1$ (isto é, a pilha 2 é considerada nova e tem resistência interna muito menor que a pilha 1), de acordo com a expressão (5), a diferença de potencial será igual a ε_2 . Isto significa que a pilha nova é a principal responsável pela diferença de potencial da associação.

Quando $\alpha \gg 1$ (isto é, a pilha 2 é considerada como sendo a usada e apresenta resistência interna muito maior que a pilha 1), a diferença de potencial será igual a ε_1 . Novamente a pilha nova irá contribuir, de forma significativa, para a diferença de potencial da associação.

IV. Corrente fornecida pela associação em paralelo

Para estudar a situação em que se pretende utilizar a corrente elétrica fornecida pela associação, usa-se o teorema de Thévenin, que se encontra bem discutido, por exemplo, em MALVINO (1987). Para tanto, deve-se construir o chamado circuito equivalente de Thévenin para a associação. Nele, a força eletromotriz ε corresponde à diferença de potencial V_{ab} dada pela equação (3). A resistência interna da associação, R_{ii} , é igual à resistência equivalente entre os pontos a e b da figura 1, isto é:

$$R_{ii} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad (7)$$

Portanto, quando se coloca uma resistência externa de carga, R_{ex} , a corrente que circula pelo conjunto será dada por:

$$I_{ex} = \frac{\varepsilon}{R_{ii} + R_{ex}} \quad (8)$$

V. Análise qualitativa deste resultado

A expressão (7) mostra que, se as resistências internas das pilhas forem iguais ($R_1=R_2$), a resistência interna equivalente, R_{ii} , será menor que as resistências internas individuais.

Dessa forma, a associação em paralelo pode fornecer uma corrente elétrica maior que aquela fornecida individualmente pelas pilhas, mantendo a diferença de potencial entre os terminais da associação. Cada pilha contribuirá igualmente para a corrente resultante.

Se uma das pilhas não for nova (por exemplo, a pilha 2) e, conseqüentemente, sua resistência interna for muito maior que a da outra pilha, isto é, $R_2 \gg R_1$, verifica-se de (7) que $R_{ii} \cong R_1$. Isto significa que a pilha 1, a mais nova, será praticamente a responsável pelo fornecimento da corrente externa, descarregando-se rapidamente.

De modo análogo, se a pilha 1 é a mais usada e com maior resistência interna ($R_1 \gg R_2$), da expressão (7) resulta que a pilha mais nova será a responsável por manter a corrente do circuito, provocando seu acentuado desgaste.

VI. Medidas experimentais

Embora o objetivo deste artigo seja o de discutir qualitativamente os efeitos da associação de pilhas em paralelo, informações sobre como medir, por exemplo, suas resistências internas, podem ser encontradas, por exemplo, em CATELI (1985).

Uma montagem experimental e técnicas de medidas adequadas ao Ensino Médio, assim como os resultados que se obtém com a associação conjunta de pilhas novas e usadas, serão propostos e discutidos em artigo futuro.

VII. Conclusão

A análise qualitativa desenvolvida mostra que ao associar-se pilhas (ou baterias) em paralelo é importante considerar-se o estado de cada uma delas, definido por meio dos valores da tensão real que fornecem e da resistência interna que possuem.

Se as pilhas tiverem tensões diferentes, aquela que possuir menor valor de resistência interna (a mais nova), será a principal responsável pela diferença de potencial fornecida pela associação e irá desgastar-se, acentuadamente, com o uso.

Da mesma forma, se os valores das resistências internas das pilhas associadas forem muito diferentes, novamente a mais nova (e de menor resistência interna) será a responsável por fornecer toda a corrente solicitada por uma carga externa, desgastando-se rapidamente.

Por esse motivo, muitos fabricantes de artigos eletrônicos não recomendam que em seus equipamentos sejam colocadas pilhas usadas, juntamente com novas, nem que pilhas alcalinas sejam utilizadas com pilhas comuns. Se isso for feito, a associação terá acentuado desgaste, o que exigirá a troca prematura do conjunto todo.

VIII. Bibliografia

ALVARES, B. A.; da LUZ, A. M. R. **Curso de Física**. v. 3., 3ª ed., São Paulo: Harbra, 1992.

BONJORNO, R. A. **Física fundamental**. São Paulo: FTD, 1993.

CATELI, F. **Física experimental II**. 2ª ed., Caxias: Universidade de Caxias do Sul, 1985.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física**. v. 3, 4ª ed., Rio de Janeiro: LTC, 1996.

KELLER, F. J.; GETTYS, W. E.; SKOVE, M. J. **Física**. v. 2, São Paulo: Makron Books, 1997.

MALVINO, A. P. **Eletrônica**. v. 1, 1ª ed., São Paulo: McGraw-Hill, 1987