

## APARELHO DE ELETRO-NARCOSE DE PAULIN

DR. PAULO DE MELLO SOARES, E.A. (\*)

DR. J. B. P. PAULIN (\*\*)

DR. RUBENS L. NICOLETTI, E.A., (\*)

DRA. MARICO S. COSTA PEREIRA (\*)

As principais características de um aparelho para eletro narcose são analisadas e foram consideradas para a construção deste aparelho:

- 1) onda completa e meia onda, associada à corrente contínua;
- 2) Frequência de 700 Hertz;
- 3) Tipo especial de eletrodos.

Para a produção de eletronarcese, há necessidade de emprego de aparelhagem especial, cuja utilização deve observar alguns detalhes especiais.

O aparelho de eletronarcese de Paulin <sup>(19)</sup> foi construído de acordo com os princípios estabelecidos por Anan'Ev e col., <sup>(1)</sup> e reafirmados por Smith e col., <sup>(16)</sup>:

"1. o aparelho deve ser construído de maneira a permitir, de uma única fonte elétrica, a saída de corrente contínua e corrente alternada, modificada de modo a produzir uma onda retangular de 1 a 1,4 milisegundo de duração e com frequência de 100 ondas por segundo;

2. o circuito elétrico deve ser construído de maneira a permitir a colocação do paciente no circuito de saída do catodo para possibilitar uma voltagem constante, apesar da variação de resistência do paciente;

3. o aparelho deve fornecer 40 ou mais volts e 40 ou mais miliamperes;

4. o aparelho deve ter um osciloscópio para permitir a constante visualização da forma da onda e da frequência".

Embora obedecendo a esses princípios gerais, foram introduzidas algumas modificações:

1. o aparelho fornece quatro tipos de onda, o que proporciona maior flexibilidade em seu uso;

(\*) Do Serviço de Anestesia, do Departamento de Cirurgia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto.

(\*\*) Do Departamento de Fisiologia.

AP 2729

2. em vez da voltagem, manteve-se constante a corrente. Anan'Ev e col. <sup>(1)</sup>, Smith e col. <sup>(15)</sup>, Hardy e col. <sup>(9)</sup>, Smith e col. <sup>(16)</sup> e Smith & Cullen <sup>(17)</sup>, em seus trabalhos, enfatizam o papel da intensidade de corrente na produção de eletronarcose e, no entanto, fixam a voltagem em seus aparelhos.

O tipo de corrente empregado, por pesquisadores até Anan'Ev e col., foi muito variado:

- a) corrente contínua;
- b) corrente contínua interrompida;
- c) corrente alternada.

Após o trabalho de Anan'Ev e col. ficou demonstrado que os máus resultados, obtidos até então, eram determinados pela insuficiência dos respectivos tipos de corrente em produzirem anestesia. Só com a associação de corrente direta ou contínua com corrente alternada, introduzida por êsses autores, é que se resolveu o problema referente ao tipo de corrente a ser utilizado eficazmente. O fato importante é que tôda a onda de corrente alternada encontra-se acima da linha de base, funcionando como se fôsse uma corrente direta interrompida, com a diferença que a forma de onda nunca alcança a linha de base <sup>(18)</sup>.

Diferentes tipos de onda têm sido empregados, por vários autores:

- a) onda senoidal, (2, 4, 5, 9, 12, 13, 14, 20, e 21);
- b) onda quadrada ou retangular associada ou não à corrente contínua (1, 15, 17, 20, 11, 19, 10);
- c) onda triangular <sup>(20)</sup>;
- d) onda completa e meia onda associada à corrente contínua. <sup>(19)</sup>.

Usamos a onda senoidal associada à corrente contínua, por se tratar de um tipo de associação não referida por outros autores e empregado por nós previamente, com bons resultados.

Quanto à frequência, também há uma diversificação de opiniões. Duas, no entanto, são as mais empregadas:

- a) 100 hertz;
- b) 700 hertz.

Empregamos esta última frequência por ser a que melhores resultados vem proporcionando, tanto em pacientes humanos, como em animais <sup>(3, 13)</sup>.

O posicionamento dos eletrodos também é de importância e o sucesso da eletronarcose, em parte, depende dêle. Pode-se obter anestesia regional se os eletrodos forem colocados ao longo da coluna vertebral. Há necessidade de maior ou menor intensidade de corrente, conforme sua posição. Assim, eletrodos colocados em posição bi-temporal necessitam de intensidade de corrente bem maior do que se dispo-

tos segundo o plano sagital mediano <sup>(21)</sup> ou acompanhando as suturas, fontanelas e orifícios do crânio <sup>(8)</sup>. Este fato está intimamente relacionado com o caminho percorrido pela corrente elétrica e com as regiões cerebrais por ela atingidas.

Por outro lado, a esponja que envolve os eletrodos deve estar permanentemente embebida em solução salina para permitir a passagem da corrente. Ela previne assim o aparecimento de queimaduras, provocadas pelo aquecimento dos eletrodos <sup>(3, 13)</sup>, evita a deslocação dos eletrodos e aumenta a área de contáto destes com a pele <sup>(18)</sup>. A solução eletrolítica, em presença de corrente contínua, polariza o eletrodo e aumenta-lhe a resistênciã. Quando o aparelho de eletronarcose é de voltagem constante, se a resistênciã aumenta, a intensidade de corrente cai e o estado de eletronarcose pode superficializar-se. Por êste motivo é que o aparelho por nós utilizado <sup>(19)</sup> é de corrente constante. Assim, se a resistênciã aumentar, haverá aumento de voltagem e o plano ótimo de eletronarcose, que é função da intensidade de corrente, não se alterará. O aquecimento dos eletrodos, por efeito Joule <sup>(11)</sup>, e os íons, por eletrólise <sup>(18)</sup>, depositando-se na parte metálica dos eletrodos, favorecem a evaporação da solução salina. A esponja seca. Há aumento da resistênciã entre os eletrodos, determinando aumento da voltagem, o que pode ser perigoso para o animal. No entanto, isto é facilmente resolvido pela adição, com uma seringa, de mais solução salina à esponja. Se a intensidade da corrente aplicada fôr gradualmente aumentada, durante 10 a 15 minutos, não haverá aparecimento de convulsões clônico-tônicas, como ocorre se aumentada rapidamente. O emprêgo de tiobarbituratos e de relaxantes musculares resolvem com facilidade estas complicações, como tem sido demonstrado últimamente, por Fabian e col, <sup>(3, 4)</sup>, Price & Dornette <sup>(13)</sup>; Boaro & L'Orsa <sup>(2)</sup>; Powers & Wood, <sup>(12)</sup>; Soares e col. <sup>(19)</sup> e Gowing e col. <sup>(7)</sup>.

## DESCRIÇÃO DA APARELHAGEM

A. *Eletrodos* — Constituídos, cada um, de um disco de aço inoxidável de 1 cm de diâmetro, com uma haste central rosqueada de 0,5 cm de diâmetro por 6 cm de altura, em cuja extremidade livre existe um parafuso para conectar o fio que vem do aparelho de eletronarcose. O disco metálico é envolvido por uma esponja de plastispuma, com 3 cm de altura e base quadrada com 5 cm de lado, fixado ao disco por uma porca que acompanha a haste rosqueada. (Fig. 1).

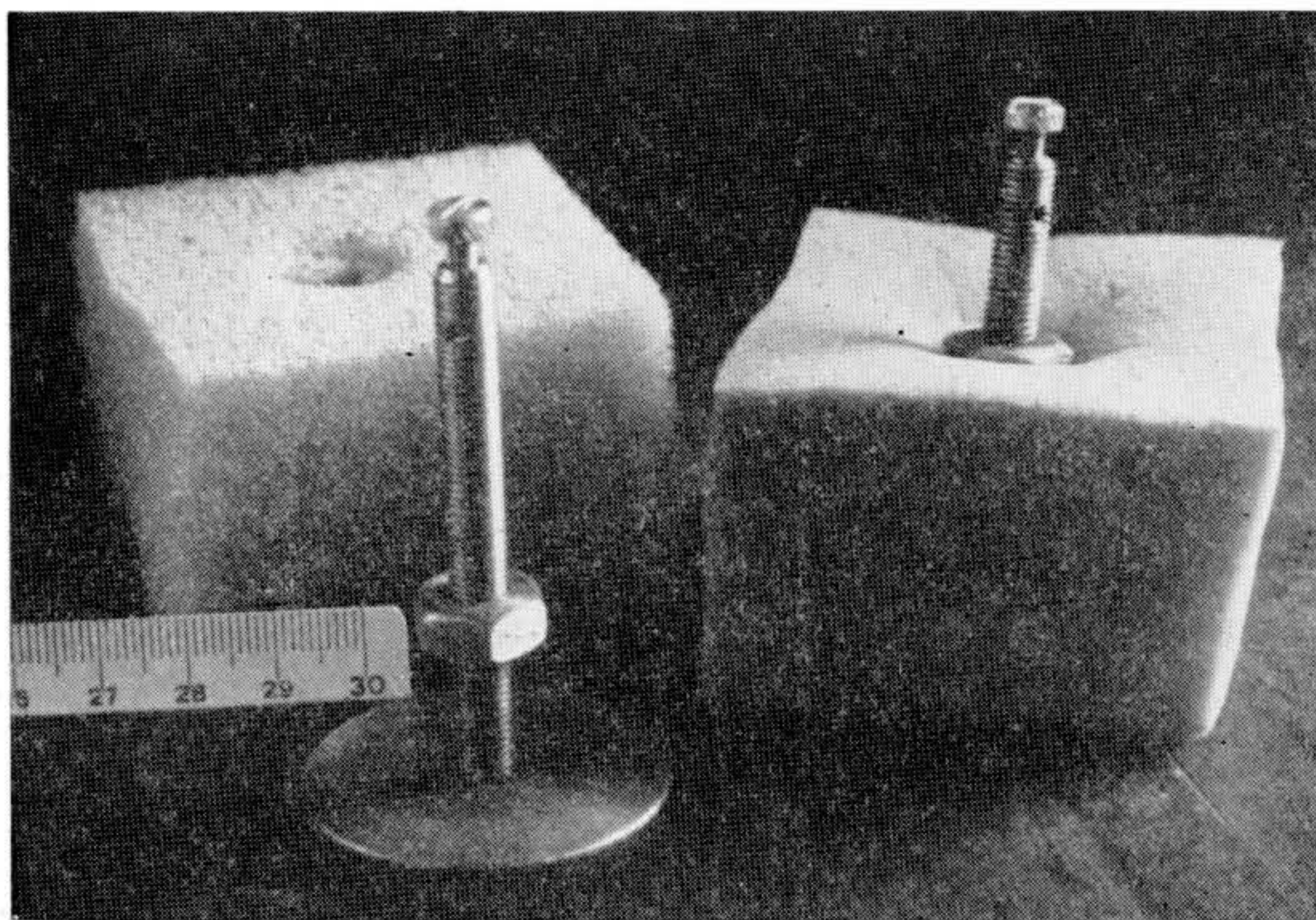


FIGURA 1  
Eletrodos

B. *Aparêlho de eletrcnar cose* — É capaz de fornecer corrente alternada (A. C.), em quatro formas de onda: senóide, retificada e meia-onda, completa e quadrada, com freqüência de repetição de 20 a 1.000 hertz, selecionadas facilmente por contrôles situados no painel. (Fig. 2). O aparelho possibilita o uso de corrente contínua (D. C.), separadamente ou superposta à onda periódica da forma escolhida.

As diversas formas de onda são obtidas a partir de um oscilador de baixa freqüência, que, auxiliado por um seletor e por amplificadores, fornece a onda escolhida a um estágio de potência, que, por sua vez, a entrega, já controlada, à saída para os eletrodos. (Fig. 3).

No presente equipamento tanto a parte D. C., como a parte A. C. tem regulação de corrente e de potencial, ajustável separadamente no painel. Durante todo o tempo de utilização do aparelho, tanto o valor do potencial A. C. e D. C. como o valor da corrente A. C. e D. C., que circula entre os eletrodos, podem ser avaliados com o auxílio de medidores colocados no painel e a forma de onda pode ser visualizada através de um osciloscópio.

O equipamento é construído de tal maneira que a corrente é mantida constante, independente da variação que

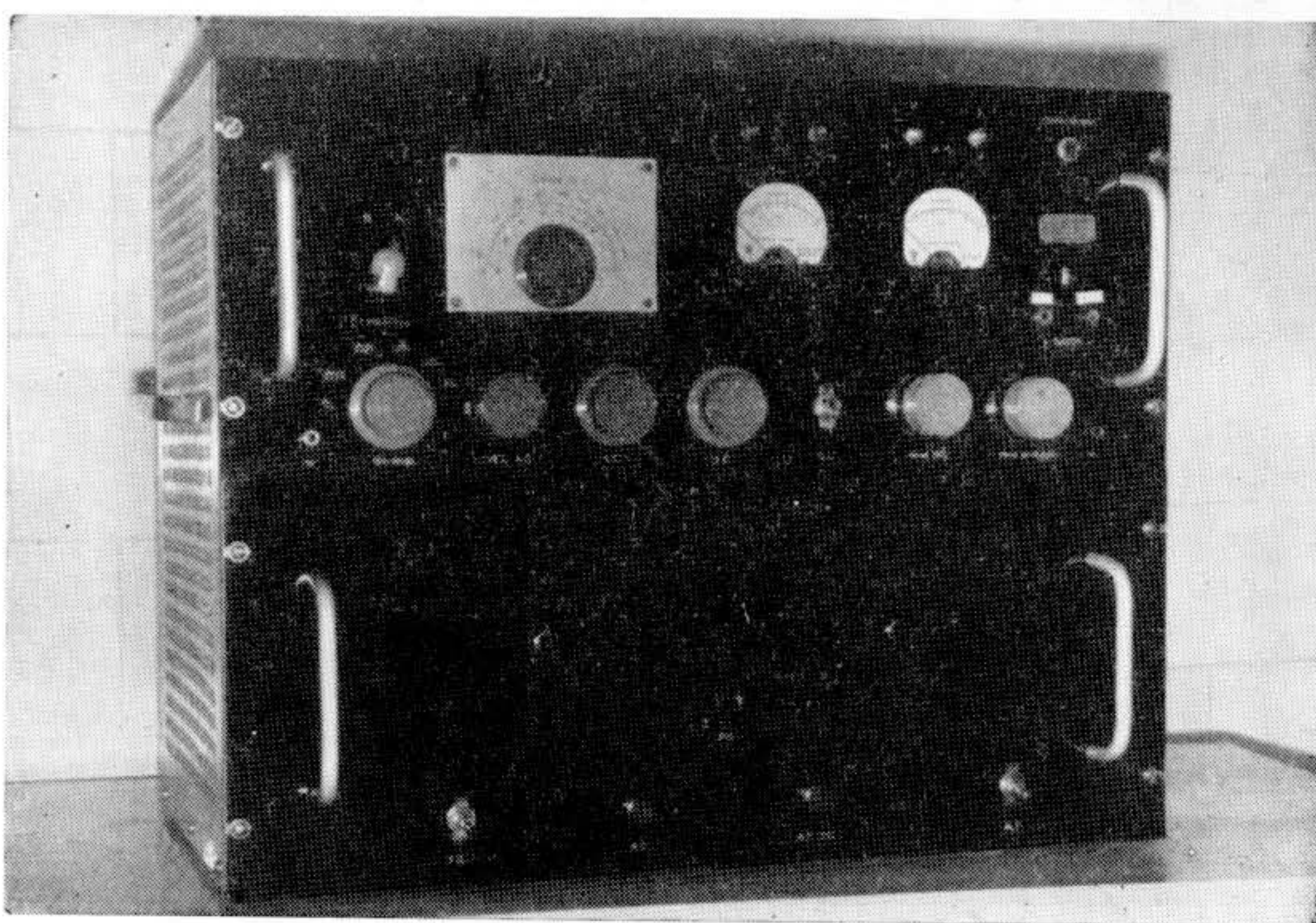


FIGURA 2  
Aparêlho de eletrnarcose de PAULIN

possa sofrer a resistência entre os eletrodos. Isto é conseguido, fazendo com que a resistência de saída do aparelho seja bem maior que a resistência entre os eletrodos.

Para evitar que um aumento muito grande da resistência entre os eletrodos, obrigue ao uso de um potencial muito alto, incorporou-se ao aparelho um sistema de auto-proteção, que desliga os eletrodos, uma vez atingido um potencial pré-fixado.

Tôda energia necessária para o funcionamento dêste equipamento é obtida da rede comum de distribuição elétrica.

C. *Osciloscópio* — Foi usado um osciloscópio Hewlett-Packard modelo 120 B para visualização e seguimento da forma de onda.

#### REFERÊNCIAS

1. Anan'Ev, M. G., Golubeva, I. V., Gurova, E. V., Kashevskaja, L. A., Levitskaia, L. A., e Khudy, Y. B. — Preliminary data on experimental electronarcosis induced with apparatus of scientific research institute of experimental surgical apparatus and instruments. *Anesthesiology*, 21:215, 1960.
2. Boaro, G. e L'Orsa, M. M. — Prime osservazioni cliniche sulla anestesia indotta mediante l'impiego di correnti elettriche. *Minerva Anest.*, 30:104, 1964.

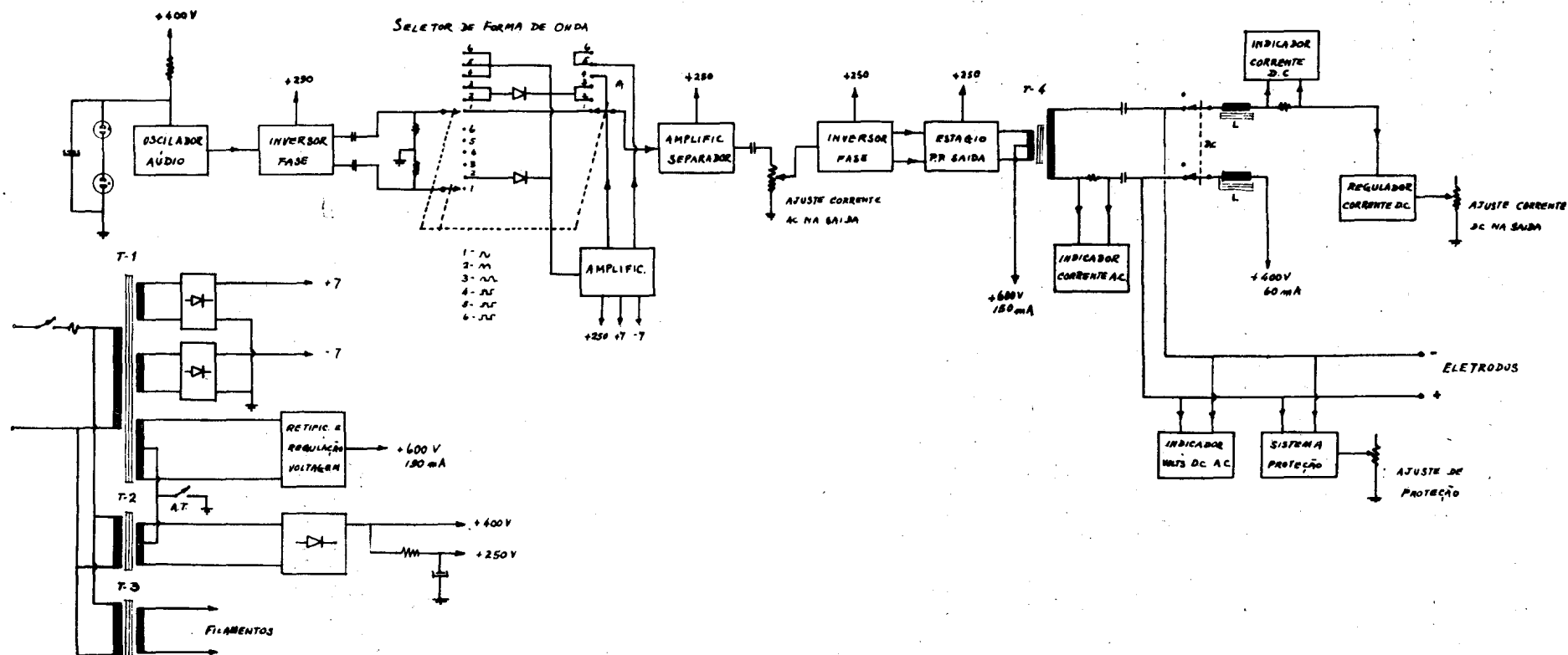


FIGURA 3  
 Diagrama de Bloco do Aparelho de Eletronarcose de Paulin.

3. Fabian, L. W., Hardy, J. D., Turner, M. D. e Moore, F. J. — Electrical anesthesia. V. Survery os clinical progress with illustrative cases. *Anesth. Analg.*, 40:653, 1961.
4. Fabian, L. W., Hardy, J. D., Turner, M. D., Moore, F. J. e Mc Neil, C. D. — Clinical experiences with electronarcosis for surgical patients. *Anesthesiology*, 23:145, 1962.
5. Fabian, L. W., Hardy, J. D., Turner, M. D. e Moore, F. J. — A review of the present status of electronarcosis. *Anesth. Analg.* 43:87, 1964.
6. Geddes, L. A., Turbes, C., Hinds, M. e Barros, W. F. The REG during electronarcosis. *Anesth. & Analg.*, 44:305, 1965.
7. Gowing, D., Underwood, R. J. e Haugen, F. P. — Electrocardiographic studies during electronarcosis. *Anesthesiology*, 25:668, 1964.
8. Guiliarovski, V. A., Liventsev, N. M., Segal, Y. E. e Kirilova, Z. A. — Electrosueño. Investigaciones clínico-fisiológicas. Ediciones en lenguas extranjeras, 2.<sup>a</sup> ed. Moscou, 1961
9. Hardy, J. D., Turner, M. D. e Mc Neil, C. D. — Electrical anesthesia. III. Development of a method and laboratory observations. *J. Sur. Res.*, 1:152, 1961-b.
10. Klemm, W. R. — A square wave electrical anesthesia current generator. *Anesthesiology*, 25:718, 1964.
11. Kelmm, W. R., e O'leary, T. — Comparison of electrical parameters and the quality of electro-anesthesia. *Anesthesiology*, 25:776, 1964.
12. Powers, M. F. e Wood, W. B. — Electrical anesthesia studies: diverse effects. *Anesth. Analg.*, 43:385, 1964.
13. Price, J. H. e Dornette, W. H. L. — Clinical experiences with electro-nesthesia: a preliminary report of 50 administrations *Anesth. Analg.*, 48:487, 1963.
14. Ross, F. P. e Wulfsohn, N. L. — Brain temperatures in the rabbit during electrical anaesthesia. *Brit. J. Anaesth.*, 35:280, 1963.
15. Smith, G. W., Smith, R., Volpitto, P., Goodwin, C. e Gramling, Z. — Electroanalgesia (electronarcosis) in experimental animal. *Surg. Forum*, 12:388, 1961.
16. Smith, R. W., Goodwin, C., Fowler, E. Smith, G. W. e Volpitto, P. P. — Electronarcosis produced by a combination of direct and alternating current. A preliminary study. 1. Aparatus and electrodes. *Anesthesiology*, 22:163, 1961.
17. Smith, R. W. e Cullen, S. C. — Electronarcosis by combination of direct and alternating current. 3. — Electrodes and electrode holders. *Anesthesiology*, 23:682, 1962.
19. Soares, P. M., Paulin, J. B. P., Nicoletti, R. L. e Sato, M. — Aparelho de electronarcose. Estudo experimental em cães. Comunicação ao XIV Congresso Médico Regional da Associação Paulista de Medicina, 1964.
20. Van Poznak, A., Artusio, J. F. — Effect of stimulus, amplitude, frequency, duration, and wave form in production of electronarcosis. *Anesthesiology*, 23:163, 1962.
21. Wood, W. B., Powers, M. F., Dornette, W. H. L. e Price, J. — The cardio-vascular effects of cranially impressed electric currents of anesthetic intensity. *Anesth. Analg.*, 43:313, 1964.