

# Aplicação da eletrônica dos semi-condutores nos modernos laboratórios de hidráulica Um programa, um exemplo

**Coronel Engenheiro LEONINO JUNIOR**

Professor e Chefe do Laboratório de Hidráulica  
e de Mecânica dos Fluidos do Instituto Militar de  
Engenharia

## I — INTRODUÇÃO

Sabem, os que labutam em laboratórios de hidráulica, na aplicação constante, atraente, importante e cada vez mais imprescindível da moderna técnica experimental, o valor do papel desempenhado, na parte de medidas, pela ciência eletrônica, cujo emprêgo vem se tornando, dia a dia, cada vez mais frequente e valioso.

A tal ponto vem êsse emprêgo se ampliando que, na época atual, podemos considerar imprecisos, pouco práticos e obsoletos os antigos processos, baseados em meios meramente mecânicos ou até mesmo em recursos elétricos.

Todavia, o formidável desenvolvimento de que vem sendo alvo a técnica experimental nos tempos que correm, nos vastos, belos e muitos dêles ainda inexplorados domínios da Hidráulica e da Mecânica dos Fluidos, como consequência do papel cada vez mais destacado atribuído ao laboratório em qualquer projeto ou obra de vulto, faz com que essa eletrônica também evolua e se desenvolva, com a utilização e o emprêgo de novos princípios, métodos e processos.

Assim é a técnica, assim é a ciência, e se em algum dos seus domínios tal não acontecer, certamente algo de anormal estará havendo, com tôdas as consequências desfavoráveis que daí possam advir. Ocorre então que, na atual técnica de medidas dos laboratórios de Hidráulica e de Mecânica dos Fluidos, os processos eletrônicos estão evoluindo para o emprêgo dos semicondutores, êsse formidável invento que, surgido há alguns anos, vem tendo um campo de aplicações cada vez mais amplo em todos os ramos da técnica e da ciência, substituindo, em desenvolvimento crescente, a já antiga válvula eletrônica.

As vantagens do emprêgo dos semi-condutores na técnica de medidas dos laboratórios de hidráulica, decorre da obtenção de aparelhos de medida muito menores, mais leves, mais simples, mais baratos, de muito menor consumo, quando comparados com os que utilizam válvulas, cuja sensibilidade e precisão já pode ser igualada ou mesmo superada pelos transistores.

Foi por tais razões que resolvemos organizar e por em execução, em nosso laboratório, com a colaboração e o auxílio dos demais recursos do Instituto e do Laboratório Hidrotécnico Saturnino de Brito, um amplo programa de investigação e pesquisa, com vistas à utilização e o emprêgo dos semi-condutores na técnica experimental dos fluidos, cujas bases e cuja orientação passaremos a descrever, citando, após, os primeiros resultados positivos já obtidos.

## II — O PROGRAMA

O programa em execução tem por finalidade geral, conforme mencionamos, não só estudar e investigar a aplicação dos semi-condutores na técnica experimental de medidas em domínios cada vez mais amplos e variados, mas também, tirar o máximo partido des-

ses trabalhos, com a criação e o aperfeiçoamento de aperêlhos que apresentem tôdas as vantagens e características proporcionadas pela aplicação da técnica em aprêço.

Assim, o mesmo tempo que os estudos generalizados sôbre a técnica vão se realizando, paralelamente a isso e na medida do desenvolvimento dêsses estudos, certas aplicações consideradas básicas e fundamentais irão sendo objeto de verificações experimentais, com o projeto e o aperfeiçoamento de aparelhos de uso mais frequente e generalizado nos laboratórios. Não restam dúvidas quanto aos resultados objetivos que tais estudos poderão proporcionar, na técnica altamente especializada de medidas relativas a fluidos.

A parte inicial do programa, já em franco desenvolvimento, de acôrdo com a modalidade citada, está sendo orientada com vistas às finalidades a seguir descritas:

1 — Projeto e execução de um tipo de fonte de alimentação ideal para laboratórios, que permita uma dupla utilização:

a — Alimentação direta da rêde em corrente alternada, mediante a utilização de um transformador tipo universal, permitindo ligação da fonte em voltagens de 90-110 e 120-180-220 volts, variando a ciclagem entre 50 e 60 ciclos, e com saída retificada e filtrada, estabilizada em 10%, para os valores de correntes contínua especificadas no item b, que se segue.

b — Utilização de pilhas secas comuns do tipo normalmente encontrado no comércio, ou qualquer outra fonte de corrente contínua permitindo a obtenção de: 6-9-12-15-22,5 volts de saída, com o consumo máximo de 500 miliampères.

2 — Projeto e execução de sistemas geradores de impulsos, aplicáveis às medidas com fluidos, com emprêgo de circuitos tipo gatilho, com intervalo de disparo regulável, permitindo em tempos isolados ou repetidos regularmente, a realização das seguintes operações básicas:

a) Acionamento de relés, para comandos à distância.

b) Acendimento e apagamento de controles ou sinais luminosos.

b) Acionamento de sistemas acústicas de sinalização, principalmente alto-falantes ou fones.

3 — Projeto e execução de sistemas de amplificação, registro e medida, comportando:

a) Projeção sôbre uma tela, pelo princípio do feixe eletrônico dirigido (osciloscópico) ou pelo desvio de um feixe luminoso (galvanômetro ótico).

b) Registros em gráficos, com o emprêgo de relés ou servo-mecanismos.

c) Registro mecânico direto de valores ou contagem direta de impulsos.

d) Acionamento, paralização ou contrôle de aparelhos diversos, principalmente fotográficos ou cinematográficos.

4 — Associação parcial ou total dos elementos constantes dos números anteriores, possibilitando a obtenção de aparelhos de utilização definida, destinados a finalidades simples ou múltiplas, nos trabalhos comuns da hidráulica, quer no campo quer no laboratório.

Forçoso é reconhecer que muitos dos aspectos relacionados com as aplicações citadas já se acham estudados e explorados, mas não especificamente para medidas referentes a fluidos, na técnica experimental do laboratório especializado. Ao que sabemos, tais aplicações até agora tem visado, principalmente, empregos industriais. Evidentemente, a equipe encarregada dos estudos procurará apurar quais os processos e aparelhos já existentes, que poderão ser empregados para a obtenção das finalidades visadas.

Portanto, assim procedendo, estará evidentemente cumprido o programa traçado, sem no entanto se dar ao trabalho inútil de começar, por onde outros já terminaram.

E' de considerar também, a existência de aplicações isoladas, em casos específicos avulsos, sem finalidades gerais definidas. O nosso trabalho todavia, visa generalizar as aplicações, com a criação de aparelhos destinados a finalidades múltiplas, tão variadas quanto possível, na técnica experimental de **medidas com fluidos**. Serão portanto, como

bem se verá no exemplo apresentado, aparelhos dotados de versatilidade de emprêgo, que poderão ser facilmente transportados ou utilizados, quer entre as paredes do laboratório, quer em medidas de campo, como é o caso comum da hidráulica.

E' preciso destacar, finalmente que, nas poucas, isoladas e específicas aplicações de que temos tido conhecimento, têm sido frequentemente aplicados aparelhos complicados delicados e custosos, que de modo algum correspondem às características especificadas no nosso programa. Assim sendo, julgamos que as nossas atividades citadas, orientadas segundo as diretrizes expostas, possuam características originais, ainda não apresentadas nos poucos casos isolados de que temos tido notícia.

### III — UMA APLICAÇÃO

Como consequência do desenvolvimento do programa acima, citaremos, a título de exemplo, uma interessante aplicação já realizada pelo autor com pleno sucesso, com obtenção de um aparelho piloto, que já se encontra em fase de utilização, ensaios e aperfeiçoamento, com resultados inteiramente satisfatórios.

Tratava-se de projetar e construir um pequeno aparelho, dotado de características de simplicidade, precisão e sensibilidade, destinaddo à produção de sinais óticos ou luminosos, para contrôle de intervalos de tempo em molinetes convencionais.

Como se sabe, os dispositivos atualmente em uso com tais finalidades ou se baseiam em processos puramente mecânicos ou em processos eletro-magnéticos, ambos apresentando inconvenientes, tais como atritos prejudiciais, pêso relativamente grande, possibilidade de desregulagem e consequente necessidade de regulagens frequentes, consumo excessivo de corrente, exigindo o emprêgo de baterias de acumulações ou pilhas de maiores dimensões.

Pois bem, o dispositivo proposto, devidamente estudado, projetado e executado, deu lugar ao surgimento do protótipo que estamos apresentando nas fotografias, com as dimensões iniciais indicadas.

Como características principais dêsse protótipo, podemos citar:

- 1 — E' de dimensões reduzidas, conforme mostramos.
- 2 — E' extremamente leve, pesando cêrca de 250 gramas.
- 3 — Seu consumo é baixíssimo, pois emprega apenas um transistor comum.
- 4 — E' de construção bastante simplificada e econômica, requerendo pouquíssimas peças para sua confecção, tôdas de baixo prêço, fâcilmente encontradas nas lojas do gênero.
- 5 — Não requer regulagens de qualquer espécie.
- 6 — Pode ser alimentado por simples pilhas secas tipo lapiseira, de 1,5 volts, das comumente encontradas nas lojas, ou por qualquer outra fonte equivalente.
- 7 — Tem os sinais sonoros produzidos por meio de um alto-falante comum, que não requer cuidados especiais e cuja intensidade ou tonalidade pode ser fâcilmente regulada.
- 8 — Pode ser empregado em conjunto com outros dispositivos e para outras finalidades.

No entanto, é capaz de realizar as seguintes operações, quando comandado por um sistema qualquer de contatos, que tanto poderão ser de um molinete como de outro aparelho qualquer:

- 1 — Emite um sinal sonoro de tonalidade nítida, constante e fâcilmente regulável, por meio do botão 1, através de um pequeno alto-falante de tipo convencional, situado no interior da própria caixa.
- 2 -- Emite o mesmo sinal para um outro dispositivo qualquer reproduzidor, tal como um par de fones, que pode ser ligado às tomadas 2.

3 — Emite um sinal luminoso por meio da pequena lâmpada 3, visível a grande distância, quando regulado para a posição "LUZ", por meio do botão 4.

O pequeno aparelho apresentado está sendo ensaiado, com pleno sucesso, nas mais diversas situações. Sua sensibilidade é tão grande, que êle pode ser acionado por meio de um circuito que se fecha através da água, como é o caso do processo normalmente empregado nas pontas de medida, para eliminação dos fenômenos de aderência e capilaridade.

A versatilidade de emprêgo do pequeno aparelho é enorme, e entre as suas múltiplas e variadas aplicações úteis, podemos apresentar as seguintes:

- 1 — Sinalização ótica ou acústica, para qualquer molinete ou micro-molinete.
- 2 — Comando ótico ou acústico de intervalos de tempo, para a execução de medidas de velocidade por meio de flutuadores.
- 3 — Comando de intervalos de tempo para a obtenção de exposições em aparelhos fotográficos e cinematográficos.
- 4 — Contrôlo de níveis em vertedores, de marés em modelos marítimos, de cotas do plano d'água em modelos fluviais, ou outra qualquer medida correlata.
- 5 — Comando ótico ou acústico de intervalos de tempo para operadores que devem realizar medidas quaisquer a intervalos regulares, tais como o levantamento do trajeto de flutuadores, para a medida de velocidade e das trajetórias de correntes, por visadas cruzadas.

Conforme se verifica, é enorme a versatilidade do pequeno aparelho, pois muitas outras aplicações poderíamos citar, para execução quer entre as paredes do laboratório, quer em operações de campo.

Considere-se, como complemento do que dissemos, que dadas as suas características de sensibilidade, poderá êle ser empregado à distância e em conjunto com outros dispositivos e aparelhos quaisquer, para as mais variadas finalidades, formando, se fôr o caso, uma verdadeira rede de operação.

#### IV — CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme ficou demonstrado, através da explanação feita, amplo é o campo de aplicação dos semi-condutores nos domínios da experimentação na Hidráulica e na Mecânica dos Fluidos, que estamos desbravando.

Acha-se atualmente em fase de processamento e aperfeiçoamento, uma outra importante aplicação, já com resultados francamente positivos, que pretendemos divulgar dentro em breve.

Esperamos firmemente prosseguir na execução do programa apresentado, pois até agora os resultados obtidos são altamente promissores, como bem o demonstram o aparelho apresentado, a título de exemplo, e outros, já em fase experimental.

Dentro em breve, é certo, outros aparelhos, com características similares, estarão em franca utilização. Não restam dúvidas quanto ao sucesso do programa em que nos empenhamos. Constitui êle, portanto, como dissemos, mais um dos belos, vastos e ainda inexplorados campos que surgem, a cada passo, para aquêles que, com dedicação e entusiasmo se dedicam a experimentação e a pesquisa, na formidável ciência dos fluidos.

E' propósito nosso, a medida que as aplicações forem surgindo e se desenvolvendo, não só divulgar os resultados obtidos como também passar a produção regular e ao fornecimento dos aparelhos, àqueles que por êles se interessarem. Infelizmente não podemos nos furtar ao processo natural de preservação e garantia dos direitos autoriais.

Tal fato, no entanto, não constitui obstáculo algum para que os aparelhos sejam difundidos e utilizados onde quer que seja, pois aqui estaremos à disposição dos que desejarem aplicá-los, sob qualquer modalidade.

Esperamos, mais uma vez, com a divulgação do presente trabalho, haver prestado uma modesta porém real contribuição para que a experimentação em Hidráulica ou em Mecânica dos Fluidos cada vez mais se amplie e desenvolva em nosso país.

O Brasil, aí está, com suas possibilidades imensas nos domínios da Hidráulica à espera de todos nós, que a ela nos dedicamos, para conduzi-lo bem para a frente e para cima, em mais êste aspecto da técnica e da engenharia.

Esta é uma tarefa nossa, muito nossa, e para realizá-la, nós, os pioneiros em nossa Pátria, teremos que nos unir cada vez mais e congregar esforços para o bem comum.

Por outro lado, é necessário divulgar o valor e o papel da experimentação nos domínios de nossas atividades especializadas. E é isso o que temos procurado fazer sempre. Através da labuta diária, lidando com os mais variados problemas, sentimos perfeitamente que neste Brasil ainda existe muita gente que ignora ou não acredita na existência e no valor da experimentação em hidráulica, e não sabe o quanto já evoluímos em mais êsse ramo da técnica e da engenharia, a ponto de podermos afirmar sem qualquer sombra de dúvidas, que estamos plenamente capacitados para enfrentar e resolver nossos problemas, quaisquer que sejam êles, em nossa casa e com os nossos próprios recursos.

É preciso portanto repetir, externado, mais uma vez, a fé e a confiança que temos nos nossos técnicos, nossos engenheiros, nossos experimentadores.

Que nos dêem crédito, que nos ajudem, que nos incentivem e que nos dêem trabalho, muito trabalho, é disso que precisamos e isso o que pedimos, pois que a experimentação na engenharia hidráulica em nossa pátria é uma realidade que se afirma cada vez mais nos domínios da técnica nacional, nos dias que correm.

Aí estão, como provas evidentes e marcantes das nossas possibilidades, as obras já construídas, os trabalhos já realizados com pleno sucesso e que em nada deixam a dever, quando comparados com quaisquer outros, feitos nos mais evoluídos laboratórios do mundo.

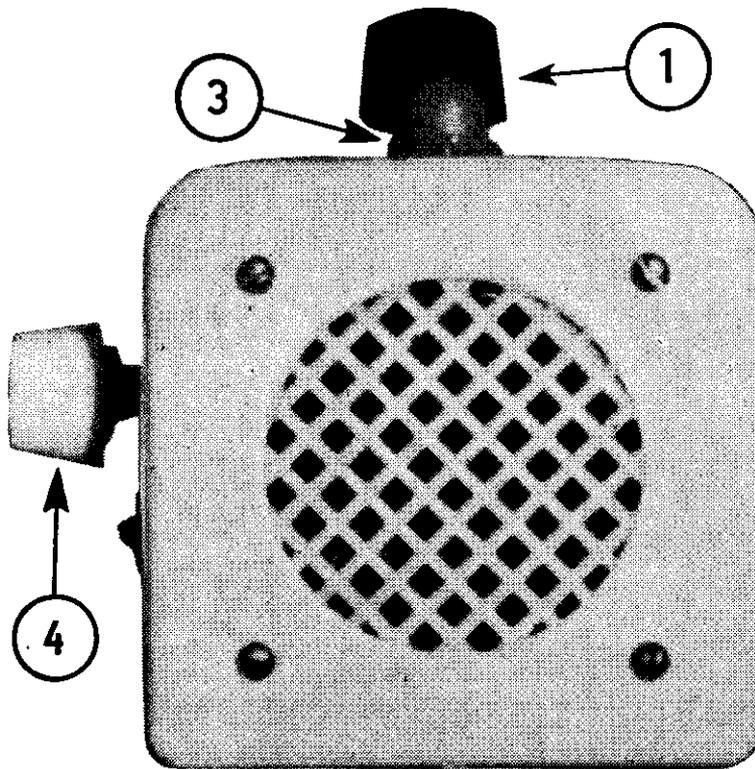


Fig. 1

O aparelho visto de frente. Notam-se os botões de controle e a grade do alto-falante.

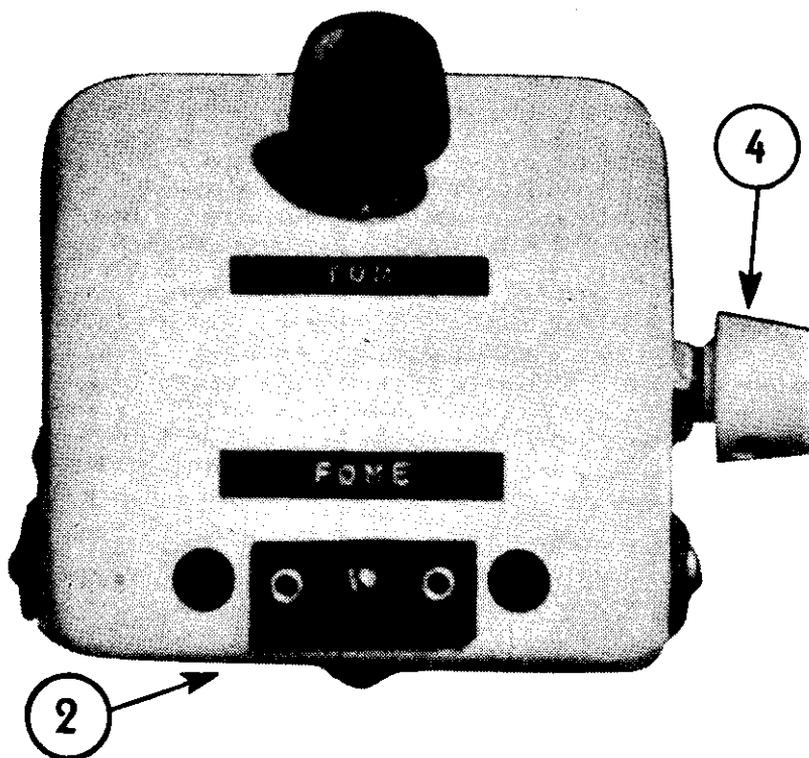


Fig. 2  
O aparelho visto de costas. Notam-se os botões de controle e a tomada para fones.

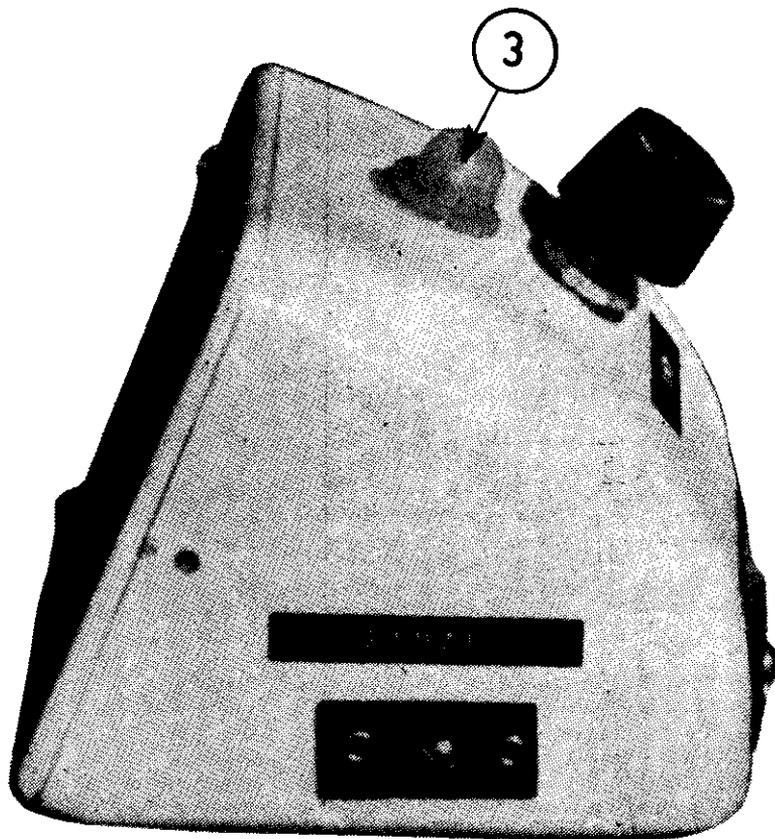


Fig. 3  
O aparelho visto de lado. Vê-se a lâmpada de sinalização e também as tomadas para entrada do sinal.