

UM SISTEMA DE SINCRONIZAÇÃO ENTRE UM ESPECTRÔMETRO DE MASSAS (FT-ICR) E UM LASER PULSADO Nd:YAG

Jair J. Menegon e H Harald V. Linnert

Instituto de Química - Universidade de São Paulo - CP 26.077 - 05599-970 - São Paulo - SP

Recebido em 4/9/95; aceito em 14/3/96

A SYNCHRONIZATION SYSTEM BETWEEN A FT-ICR MASS SPECTROMETER AND A PULSED Nd:YAG LASER. A simple concept is described for triggering the Q-Switch input of a pulsed Nd:YAG laser synchronized to a FT ion cyclotron resonant mass spectrometer. The time base of the FT data system is externally triggered by a pulse from the oscillator of the laser while the Q-Switch of the laser is gated at the appropriate time by the mass spectrometer through a pulse generator.

Keywords: synchronization system; pulsed Nd:YAG laser; FT mass spectrometer.

INTRODUÇÃO

Sistemas de aquisição de dados, em equipamentos científicos, suportam uma série de experimentos sofisticados e variados de acordo com a necessidade do operador. Funções comandadas pelo computador permitem a seleção de parâmetros experimentais, a aquisição de espectros e a manipulação geral dos dados em gráficos e tabelas. Contudo, a sincronização com outros equipamentos (lasers, gerador de ondas, gerador de pulsos, etc...) não é fácil na maioria dos casos, sendo necessário, em geral, um sistema eletrônico de disparo próprio ou uma adaptação com um fotodiodo para o gatilhamento do aparelho conectado.

Como exemplo, utilizamos em nosso laboratório um espectrômetro de massas por transformada de Fourier¹, FT-ICR, comandado por um sistema de aquisição de dados da IonSpec (Irvine, Califórnia, USA), cujo software permite o gerenciamento do sintetizador de frequências, da seqüência de pulsos, da aquisição dos transientes e a subsequente transformada de Fourier, para estudos diversos, como reações entre íons e moléculas neutras em fase gasosa. Além disso, temos uma fonte de luz sintonizável (laser Nd:YAG)², para experimentos de fotodestacamento de elétrons e de dinâmica de fotofragmentação³. A sincronização do pulso do laser com os pulsos do espectrômetro teve de ser projetada para atender às especificações de cada equipamento. Em geral, o equipamento que contém o software e os outros aparelhos de laboratório apresentam incompatibilidade de impedância e de altura e largura de pulso devido às diferenças intrínsecas de hardware.

O objetivo deste artigo é apresentar um esquema eletrônico, simples, de sincronização de um laser Nd:YAG com um espectrômetro de massas por transformada de Fourier. A seqüência

de eventos pode ser ajustada pelo operador, a partir do software do espectrômetro de massas. A idéia básica deste arranjo pode ser útil em experimentos similares.

ESQUEMA BÁSICO

A sincronização entre equipamentos é possível desde que exista compatibilidade entre os sinais de saída de um e os sinais de excitação requeridos pelo outro. Entretanto, alguns equipamentos obtidos no mercado não apresentam essa compatibilidade. Em nosso exemplo, houve uma disparidade de impedância entre a saída do sistema gerenciador e a entrada do circuito do Q-switch do laser. Por não dispormos de um sistema de amplificação adequado, procuramos uma maneira prática de realizar o disparo do aparelho, com os recursos e modos de operação disponíveis no laser. A idéia básica está centrada no uso do pulso de saída da lâmpada do laser para disparar o Q-switch do mesmo⁴.

Com as informações do manual de operação do laser (GCR-3, Nd:YAG pulsado (Spectra-Physics), com frequência de repetição de pulsos de 10 Hz), relacionadas na tabela 1, foram verificadas as tensões que o oscilador, a lâmpada e o Q-switch necessitam para a sincronização com o aparelho de FT-ICR.

O esquema básico é apresentado na figura 1 (*superior*). O sinal da lâmpada do laser [1] é enviado continuamente para a porta lógica⁵ I.C. que, por sua vez, emite um pulso de excitação para o Q-switch do laser [3] somente quando o software do FT-ICR mandar o pulso [2] no tempo determinado pelo operador. O pulso [4] vai do oscilador do laser para o espectrômetro de massas, que permite selecionar a seqüência de pulsos (figura 2) na frequência de trabalho do laser (p. ex.: 10 Hz).

Tabela 1

Controle de entrada	Amplitude	Largura de pulso	Tempo de subida
Oscilador	TTL	> 1 μ s	> 0.1 μ s
Lâmpada	TTL	> 3 μ s e < 50 μ s	> 0.1 μ s Trigger em transição negativa
Q-switch	5 V	> 1 μ s	> 0.1 μ s 50 Ω impedância de saída

Email:menegon@quim.iq.usp.br; hvlinner@quim.iq.usp.br

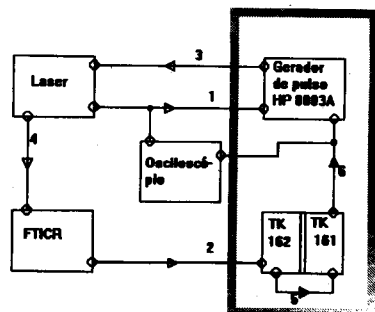
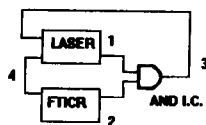


Figura 1. Diagrama comparativo entre uma porta AND e a instrumentação eletrônica equivalente. Esquema sup.: Esquema básico com a porta AND, representando 1. o sinal da lâmpada; 2. pulso do FT-ICR; 3. excitação para o Q-Switch e 4. pulso de sincronização. Esquema inf.: Destacando a porta AND substituída pela instrumentação eletrônica. A numeração é equivalente ao esquema superior (ver texto).

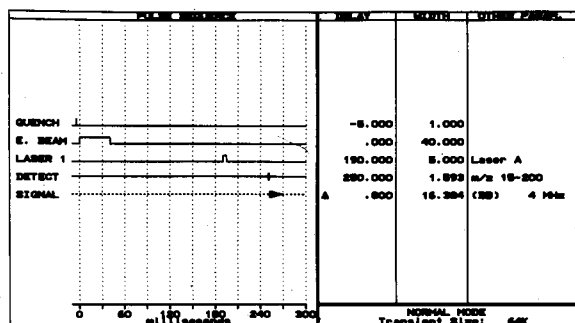


Figura 2. Seqüência de pulsos do FTICR: a) inicialmente, um pulso de ejeção (Quench) elimina todos os íons na cela de reação; b) pulso de formação (E. Beam) dos íons no experimento; c) pulso de sincronização (Laser 1) para o disparo do laser, 170 ms após o pulso de formação e d) pulso de detecção (Detect) e sinal dos íons resultantes em 250 ms.

ESQUEMA ELETRÔNICO

Para efetivar o esquema da figura 1 (superior), foram necessários determinados arranjos, com a instrumentação disponível em nosso laboratório, pois não tínhamos uma porta lógica adequada para disparar o laser. O arranjo eletrônico da figura 1 (inferior) representa o esquema em uso em nosso laboratório.

Um pulso na saída do oscilador [4] do laser gatilha a base de tempo do espectrômetro de massas (FT-ICR), enquanto o sinal de saída da lâmpada do laser [1] é enviado para um gerador de pulsos HP 8003A, que, uma vez formatado, é enviado à entrada do Q-switch do laser [3]. Entretanto, este sinal só é liberado quando o HP 8003A receber um pulso de excitação do FT-ICR. Como o sinal de excitação requerido pela porta do HP 8003A é de até -20 V e o FT-ICR não fornece tal tensão [2], utilizamos um gerador de ondas (162 Tektronix), que fornece um sinal dente de serra [5] a um gerador de pulsos (161 Tektronix) resultando, finalmente, o sinal negativo necessário para excitar a porta do gerador HP 8003A [6]. O osciloscópio permite acompanhar em tempo real largura e amplitude dos sinais nas respectivas conexões.

SEQÜÊNCIA DE PULSOS

De acordo com o esquema de pulsos (Figura 3), verifica-se em [1] o sinal de saída do oscilador do laser para a excitação do disparo externo do FT-ICR (este pulso comandará o funcionamento inicial de todo o sistema, inclusive a própria seqüência de eventos do software do ICR). Em [2] temos o pulso de saída da lâmpada do laser para a entrada de gatilhamento do gerador HP 8003A. Esses pulsos são sincronizados pelo laser. O pulso [3] é gerenciado pelo FT-ICR (por ex.: Laser 1 no diagrama 2), sendo mandado para a porta de entrada do oscilador Tektronix 162. O pulso [4] de até -20V é requerido pela porta de entrada do HP 8003A e, finalmente, o pulso [5] é a saída do HP 8003A para a entrada do Q-switch do laser de Nd:YAG. Os pulsos 3, 4 e 5 podem ser formatados no tempo e são facilmente ajustados para melhorar o resultado final de sincronização. Deve ser observado, também, que o atraso entre o sinal de saída do FT-ICR e o laser é um múltiplo da freqüência de funcionamento do laser, 10 Hz em nosso exemplo. A figura 3 é uma cópia do que ocorre na tela do osciloscópio, com o início e a largura relativa dos sinais. Portanto, é aconselhável usar um osciloscópio com dispositivo de adição de sinais para os canais 1 e 2, de modo a facilitar o ajuste e a visualização dos pulsos. Com o pulso [5] centralizado em relação ao pulso negativo [4], que é habilitado pelo [3], o laser dispara corretamente obedecendo a seqüência selecionada pelo operador com o software do sistema de aquisição de dados do FT-ICR. Deve ser destacado, também, que, de acordo com a largura do pulso [4], o laser pode ser disparado, em um mesmo evento, duas ou mais vezes (quando na mesma faixa de tempo apresentar 2 ou mais pulsos da lâmpada), processo útil em experimentos de espectroscopia de fotodissociação com dois ou mais fótons.

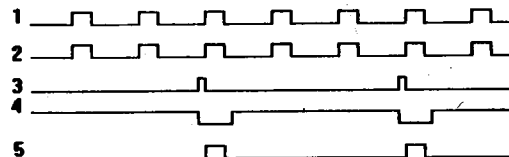


Figura 3.

CONCLUSÃO

A idéia de aproveitar o sinal proveniente do oscilador de um laser pulsado Nd:YAG para disparar a base de tempo de um espectrômetro de massas FT-ICR, que, sincronizado adequadamente, dispara o Q-Switch do mesmo laser, está sendo utilizada em nossos laboratórios, com destaque em fotodissociação e fotodestacamento de elétrons de íons obtidos por reações íon/molécula^{3,6} em fase gasosa. Neste contexto, arranjos similares com o aproveitamento de instrumentação disponível no laboratório, combinados de modo eficaz, podem ser úteis para a sincronização de equipamentos diversos com um instrumento central de aquisição de dados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as valiosas discussões com o Prof. José M. Riveros (IQ-USP) e a FAPESP e CNPq pelos projetos aprovados.

REFERÊNCIAS

1. Isolani, P. C.; Kida-Tinone, M. C.; Linnert, H. V.; Menegon, J. J.; Riveros, J. M.; Tiedemann, P. W.; Franzin, R. M.; *Quím. Nova* **1992**, *15*, 351.
2. Atkins, P. W.; *Physical Chemistry*, Oxford, 1990; 4th ed; p 518.

3. Antanaitis, D. L.; Linnert, H. V.; Menegon, J. J.; Riveros, J. M.; *Rev. Bras. Apl. Vac.* **1992**, *11*, 97.
4. No modo normal de operação do GCR-3, um oscilador interno controla a frequência de repetição de pulsos de acordo com a seguinte seqüência de tempo: a) o oscilador interno gera o pulso de saída do *Oscilador*; b) aproximadamente após 3 ms as lâmpadas de flash (que excitam a barra de neodímio) são disparadas e liberam o sinal da *Lâmpada* e c) após um período de 210 ms o *Q-switch* é disparado, resultando, finalmente, após mais 50 ns o pulso óptico do laser para o evento experimental a ser realizado.
5. Vassos, B. H.; Ewing, G. W.; *Analog and Digital electronics for scientists*. Wiley, 1980, Wiley, 2th ed, p. 181; Horowitz, P.; Hill, W.; *The Art of Eletronics*. Cambridge, 1980, p. 316.
6. Morgon, H. N.; Linnert, H. V.; Riveros, J. M.; *J. Phys. Chem.* **1995**, *99*, 11667.