

DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE DIAGNÓSTICO ELETROMAGNÉTICO DO TOKAMAK ETE

João Augusto Giacoia, bolsista PIBIC/CNPq

Graduando em Eng. Eletrônica do Instituto Tecnológico de Aeronáutica

Orientador: Dr. Edson Del Bosco, Laboratório de Plasma - INPE

Um tokamak esférico é essencialmente uma máquina de confinamento magnético de plasma com geometria toroidal de razão de aspecto extremamente pequena, que opera em regime pulsado. Sua finalidade básica é possibilitar o estudo de fenômenos físicos do plasma confinado nesse tipo de geometria, que exerce grande efeito sobre os mesmos.

O ETE (Experimento Tokamak Esférico), em construção no Laboratório Associado de Plasma (LAP-INPE), é um exemplo desse tipo de máquina. Para medir os diversos campos magnéticos produzidos pelo plasma utiliza-se sondas magnéticas. Quanto à corrente de plasma, esta é medida por bobinas de Rogowski. Esses sensores serão instalados no interior do ETE, protegidos do contato com o plasma por uma blindagem metálica. Tais sensores produzem sinais elétricos proporcionais à variação do fluxo magnético a que estão sujeitos.

Assim sendo, este trabalho teve por objetivo prover meios para calibrar as sondas magnéticas e bobinas de Rogowski a serem utilizadas no ETE, realizar um estudo experimental da influência de blindagens metálicas na resposta desses sensores e projetar, construir e testar um circuito amplificador/integrador com características específicas para o ETE, para o acondicionamento dos sinais dos sensores utilizados para medidas de correntes elétricas pulsadas e campos magnéticos.

O integrador eletrônico consiste num circuito RC ativo (Fig. 1) com características de integração no tempo e reposta em frequência tipo passa-baixas. A constante de tempo RC foi escolhida dez vezes maior que a duração dos pulsos a serem medidos no tokamak, suficientemente alta para minimizar erros de integração, mas tal que sua frequência de corte não fosse muito baixa. Adotou-se RC igual a cem milissegundos. Devido à constante RC elevada, o circuito apresenta atenuação do sinal na faixa de trabalho, justificando assim o uso de um estágio amplificador, cujo ganho foi fixado em 20,83 dB. Com isso, sua frequência de transição (0 dB de ganho) ficou em torno de 17,5 Hz.

Todas as sondas magnéticas deverão ser calibradas antes de sua instalação no tokamak. A calibração será feita em espiras de Helmholtz (Fig. 2), que são duas bobinas de mesmo raio, com eixo comum, mesmo número de espiras, separadas por uma distância tal que a derivada segunda da densidade de campo magnético se anule no ponto médio entre as bobinas.

Nos experimentos, foi utilizado um protótipo similar às sondas a serem aplicadas no ETE, com dois enrolamentos de eixos ortogonais entre si. Para o estudo da influência de blindagens metálicas na resposta das sondas, as medidas foram repetidas estando as mesmas envolvidas por uma folha de alumínio, o que atenuou significativamente suas respostas.

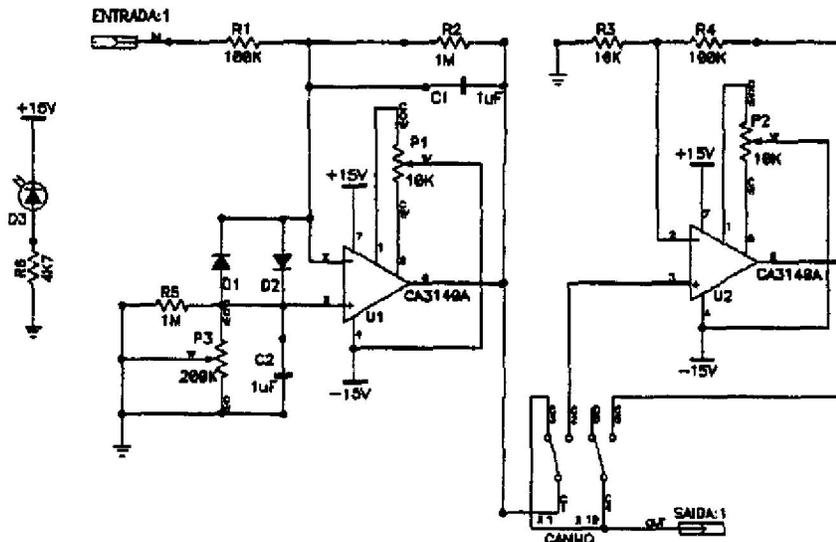


Fig.1: circuito amplificador/integrador.

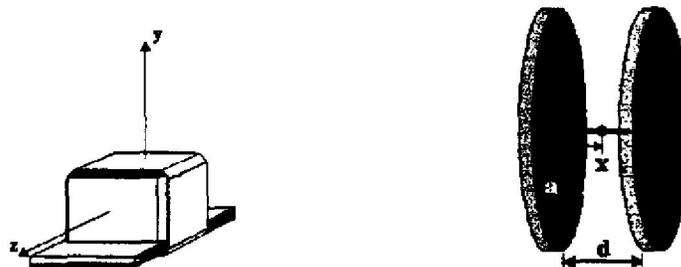


Fig. 2: exemplo de sonda magnética e espiras de Helmholtz.

HUDDLESTONE, R. H. and LEONARD, S. L., **Plasma Diagnostic Techniques**, Chap. 3, Academic Press, NY, 1965.

GLASSTONE, S. and LOVBERG, R. H., **Controlled Thermonuclear Reactions**, Chap. 6, D. Van Nostrand Company, NJ, 1968.

BUTT, E. P. and GILLESPIE, A. B., **Proceedings of The Fifth International Instruments and Measurements Conference**, Sweden, 1960, pp. 938-973, Academic Press, 1961.

VUOLO, J. H. e FERREIRA, J. L., **Bobina de Rogowski para medida de corrente elétrica**, Relatório Privado, IFUSP-LFP-6, 1979.

STOTT, P. E., Electric and magnetic measurements, **Proceedings of Verena School of Plasma Physics**, Italia, 1992, pp. 403-417.

DEL BOSCO, E. , **Centrífuga de plasma com descarga em arco no vácuo aplicada a separação de isótopos estáveis**, Tese de Doutorado, INPE, São José dos Campos, 1989.