RESUMO SIMPLES - CEXA - CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA

SISTEMA DE PROPULSÃO EM ESTADO SÓLIDO FOTÔNICO BASEADO EM REATOR DE SAL FUNDIDO E CONVERSÃO TERMOFOTOVOLTAICA DE CAMPO PRÓXIMO.

Ícaro Bezerra De Almeida (icarocaldo3@gmail.com)

Cleiton De Lima Ricardo (cleiton.lricardo@ufpe.br)

Este trabalho apresenta o desenvolvimento conceitual de um sistema de geração energética e propulsão em estado sólido fotônico, projetado para solucionar simultaneamente as limitações de ruído dos reatores navais convencionais e a degradação termoquímica dos reatores de sal fundido (MSR). Os sistemas atuais baseados em Reatores de Água Pressurizada (PWR) dependem de ciclos indiretos complexos, cuja turbomaquinaria e engrenagens geram perfis severos de vibração mecânica e ruído acústico, comprometendo a ocultação hidroacústica de vetores navais. Por outro lado, embora os MSRs mitiguem as altas pressões operacionais, o uso de refrigerantes haletos a temperaturas superiores a 600°C promove a lixiviação seletiva do cromo em superligas de níquel, gerando falhas por corrosão intergranular nos trocadores de calor primários. A arquitetura disruptiva proposta subverte essa dependência fluidodinâmica ao isolar o fluido corrosivo e tratar a energia da fissão nuclear estritamente como um fluxo eletromagnético confinado. Na metodologia

adotada, o combustível líquido de sal fundido circula no interior de canais estruturados em safira monocristalina (Al_2O_3) opticamente transparente, material quimicamente inerte e altamente estável sob irradiação. O sal incandescente atua diretamente como um meio emissor volumétrico, cuja radiação infravermelha atravessa a parede de safira e incide sobre um emissor seletivo composto por um cristal fotônico refratário de tungstênio (W) e óxido de háfnio (HfO_2), configurado para concentrar a energia em uma faixa de frequência estreita. A transferência de potência subsequente ocorre em regime de campo próximo (Near-Field TPV), onde o emissor refratário e uma matriz semicondutora de antimoneto de gálio e índio (InGaAsSb) são mantidos a um gap de acoplamento inferior a 100 nanômetros sob ultra-vácuo, estabilizado por micro-espaçadores cerâmicos. Em vez de conversão galvânica local, o fluxo de fótons é acoplado a guias de onda ópticos de núcleo oco e lasers de cascata quântica, distribuindo a potência na forma de luz para conversão elétrica descentralizada nas extremidades de consumo. A modelagem teórica indica que a manutenção do gap submicrométrico permite a superação da Lei de Stefan-Boltzmann por meio do tunelamento quântico de ondas evanescentes e excitação de polaritons de superfície, resultando em uma amplificação de até 1000% na densidade do fluxo energético útil transferido ao semicondutor. Como resultados esperados, a substituição de interfaces metálicas primárias por safira extingue a corrosão redox, enquanto a distribuição fotônica elimina toneladas de cabeamento de cobre estrutural e anula os riscos de interferência eletromagnética (EMI). Conclui-se que o arranjo proposto elimina componentes mecânicos móveis e garante uma assinatura hidroacústica nula, estabelecendo um novo paradigma de alta densidade volumétrica, resiliência termoquímica e furtividade tática para a engenharia de defesa e sistemas modulares de energia.

Palavras-chave: reator de sal fundido; termofotovoltaica de campo próximo; nanofotônica; estado sólido fotônico; propulsão naval.