SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO IFG

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA ELETROTÉRMICO AUTÔNOMO POR INDUÇÃO PARA ENRIQUECIMENTO DE CO_2 EM ESTUFAS AGRÍCOLAS

Cruz, Carlos Fernandes 1

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Itumbiara do(a) Autor(a) 1.

Silva, Igor Fernandes 2

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Itumbiara do(a) Autor(a) 2.

Chaves, Eric Nery 3

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Itumbiara do(a) Autor(a) 3.

A produção agrícola em ambientes controlados, como estufas e containers, exige o gerenciamento de variáveis climáticas para maximizar a produtividade. O enriquecimento de dióxido de carbono (CO_2) no microclima é uma prática essencial que eleva as taxas fotossintéticas das culturas vegetais. Contudo, os métodos convencionais, que dependem de cilindros pressurizados ou da queima direta de combustíveis fósseis, apresentam altos custos operacionais e significativos impactos ambientais. Como alternativa sustentável, a decomposição térmica do bicarbonato de amônio (NH_4HCO_3) mostra-se viável, pois libera CO_2, amônia e vapor de água de forma limpa. Tratando-se de uma reação endotérmica, o processo requer o fornecimento contínuo e rigoroso de calor. Diante disso, este projeto teve como objetivo principal desenvolver um sistema eletrotérmico autônomo, seguro e de baixo custo, utilizando o princípio do aquecimento por indução eletromagnética para promover a decomposição controlada do bicarbonato de amônio em estufas agrícolas, integrando automação eletrônica para o controle preciso do microclima. A metodologia consistiu na construção de um protótipo físico nos laboratórios da instituição. O núcleo de aquecimento indireto foi projetado com um circuito oscilador ZVS (Zero Voltage Switching) acoplado a uma bobina de cobre, eliminando o uso de chamas abertas e resistências incandescentes. O

gerenciamento lógico foi desenvolvido por meio de um microcontrolador Arduino Uno, atuando como uma Máquina de Estados Finitos, integrado a um sensor digital de alta velocidade para monitoramento térmico. Para suprir a potência elétrica do sistema, fontes de alimentação foram estruturadas em dupla via, com os chaveamentos das cargas de alta potência executados por módulos de relé eletromecânicos através de sinais lógicos. Os resultados dos ensaios práticos evidenciaram que o acionamento direto do circuito ZVS gerava desarmes da fonte de energia devido à alta corrente de partida (inrush current). Este desafio foi superado pela implementação de uma lógica de comutação de partida suave (Soft Start). Adicionalmente, verificou-se a necessidade do desacoplamento do circuito de resfriamento para uma fonte secundária, garantindo a dissipação de calor forçada mesmo após o corte da força motriz no limite térmico superior de 38°C. O sistema operou de forma estável dentro da histerese programada, religando autonomamente quando a temperatura reduzia para a mínima de 28°C. Conclui-se que o protótipo funcional consolidou o aquecimento indutivo aliado à automação de baixo custo como uma tecnologia robusta e segura, altamente promissora para impulsionar a agricultura de precisão e facilitar o acesso de pequenos produtores a soluções otimizadas de enriquecimento atmosférico.

Palavras-chave

Indução Eletromagnética; Automação Agrícola; Decomposição Térmica; Dióxido de Carbono; Estufas Agrícolas.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. Agradecemos ao CNPq pela bolsa concedida.