

PHÂN TÍCH NỒNG ĐỘ KHÍ CO₂ VỚI CẤU HÌNH CẢM BIẾN HẤP THỤ HỒNG NGOẠI KHÔNG TÁN SẮC (NDIR) SỬ DỤNG BIẾN ĐỔI FOURIER NHANH (FFT)

ANALYZING CO₂ CONCENTRATION WITH NON-DISPERSIVE INFRARED SENSOR (NDIR) USING FAST FOURIER TRANSFORM (FFT)

Nguyễn Trường Giang^{1,*}, Nguyễn Xuân Tuyên¹, Nguyễn Ngọc Khải²,
Giang Hồng Thái³, Vũ Tuấn Anh⁴, Nguyễn Hải Bình^{3,*}

TÓM TẮT

Trong bài báo này, cấu trúc cảm biến khí CO₂ dựa trên nguyên tắc hấp thụ hồng ngoại theo cấu hình không tán sắc (NDIR) được thiết kế và chế tạo. Ở đó, cấu hình cảm biến gồm một nguồn phát hồng ngoại sử dụng đèn sợi đốt và đầu thu hồng ngoại dạng pin nhiệt điện với hai kênh có tích hợp kính lọc bước sóng hồng ngoại tại 4,279 μ m và 3,91 μ m. Điện áp điều khiển ($U_{IR-Lamp}$) đèn phát hồng ngoại là dạng xung vuông với mức thấp 0V và mức cao là 5V tại tần số 0,1Hz. Tín hiệu điện áp từ hai kênh thu hồng ngoại được khuếch đại 10.000 lần cho giá trị tương ứng U_1 của kênh nhạy khí và U_2 là của kênh so sánh. Các bộ số liệu về U_1 và U_2 được ghi nhận và biến đổi Fourier nhanh (FFT) bằng phần mềm để lọc lựa được tín hiệu lỗi ra phù hợp tần số của đèn phát và loại bỏ được nhiễu tạp. Các giá trị điện áp U_1 và U_2 của cảm biến này được khảo sát trong dải nồng độ khí CO₂ 0 - 80% thể tích. Đặc trưng chuẩn hóa tín hiệu $\ln(U_1/U_2)$ cho thấy phụ thuộc tuyến tính vào nồng độ khí CO₂.

Từ khóa: Biến đổi Fourier nhanh (FFT), cảm biến khí CO₂, cảm biến khí cấu hình không tán sắc (NDIR).

ABSTRACT

In this paper, non-dispersive infrared gas sensor (NDIR) for analyzing CO₂ concentration was designed and fabricated. The gas sensor structure includes an infrared *heat lamp* (IR-lamp) and infrared thermopile device with two detectors integrated optical band-pass filters at 4.279 μ m and 3.91 μ m. Square-pulse voltage source with two levels of 5V and 0V at 0.1Hz was applied for operating the IR-lamp. Output voltages of the IR thermopile detectors were amplified by 10000 times to obtained the sensing voltage (U_1) and the reference voltage (U_2). The obtained voltage values (U_1 and U_2) were analyzed by fast Fourier transform (FFT) to eliminate the noise and get the signal in correspondence with the frequency of IR-lamp. The voltage values (U_1 and U_2) were investigated for the CO₂ concentration range of 0-80%vol. The linear dependence of gas-sensing characteristic $\ln(U_1/U_2)$ on the CO₂ concentration was found.

Keywords: Fast Fourier transform (FFT), CO₂ gas sensor, non-dispersive infrared gas sensor (NDIR).

¹Trường Đại học Giao thông Vận tải

²Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

³Viện Khoa học vật liệu, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam

⁴Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

*E-mail: ntgiang@utc.edu.vn; binhnh@ims.vast.ac.vn

Ngày nhận bài: 05/8/2018

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 10/10/2018

Ngày chấp nhận đăng: 25/10/2018