

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ PHẦN MỀM BO MẠCH ĐIỆN TỬ ĐO NHANH COD BẰNG PHƯƠNG PHÁP PHỔ HẤP THỤ UV

Đến tòa soạn 28 - 11 - 2013

Nguyễn Thị Phương Thảo, Nguyễn Quang Trung

Viện Công nghệ Môi trường- Viện HLKHAVN

Âu Duy Tuấn, Hoàng Minh Hải, Vũ Quốc Tuấn, Lê Thanh Khiết,

Viện Vật lý ứng dụng và Thiết bị khoa học – Viện HLKHAVN

Chu Thị Thủy, Vũ Ngân Huyền, Nguyễn Thị Ngọc Lan, Trịnh Thị Huế

Viện Khoa học Môi trường và Sức khỏe Cộng đồng

SUMMARY

System of electric main is designed to response the matematic expression of the optical absorbant according to the Lambeer – Beer law by the transfer light through the solution (Tx) of sources light 254nm UV(I_0). The optical absorbant depends on the property solution transfered. The paper presents the results of the study on system of electric main, which was designed for quickly measurement COD using spectrometric methods by ultraviolet wavelength UV- 254nm. The specific optical absorbant can be between 10^{-1} to 10^{-4} . The concentration conversion koeficient K can be 10.000mg/L. The COD concentration of waster water can be 20.000mg/L. Time respond of measuring result are 2-3 minutes. The average value of 10-20 measured numbers have been calculated. Thes specified invalid of COD determination about 10%. The repeats of measuring is 95%. The erroneous of four UV-COD devices is less than 6% for measuring parallel.

Systems device is designed for COD measurement continuous and transmits the measuring signals online in maximum distance 1.3km, appropriate for environmental monitoring continuous and online in the industrial zones in Việt nam .

Keyword: Amplifier, COD, Coeficient K, Respond real-time, PADC - DAC, UV.

I. GIỚI THIỆU

Nhu cầu oxy hóa hóa học (Chemical Oxygen Demand- COD) là một trong những thông số quan trọng nhất để đánh

giá chất lượng môi trường nước. Đã có rất nhiều phương pháp xác định hàm lượng COD, ví dụ theo tiêu chuẩn Việt Nam[4], các phương pháp mới được công

bổ [5,6,7,8,9,10], Đặc biệt phương pháp đo quang dựa trên nguyên tắc của định luật Lamber- Beer được áp dụng cho giải phổ UV= 254nm nhằm xác định nhanh hàm lượng COD trong mẫu nước đã có nhiều công bố và hoàn thiện thành thiết bị đo nhanh, phục vụ quan trắc môi trường. Định luật Lambert-Beer được biểu thị sự phụ thuộc của độ hấp thụ quang A của mẫu nước, lên hệ số hấp thụ quang riêng ϵ , chiều dài L là độ dày lớp dung dịch mà ánh sáng nguồn (I_0) xuyên qua và bị hấp thụ (I_x) bằng công thức toán học:

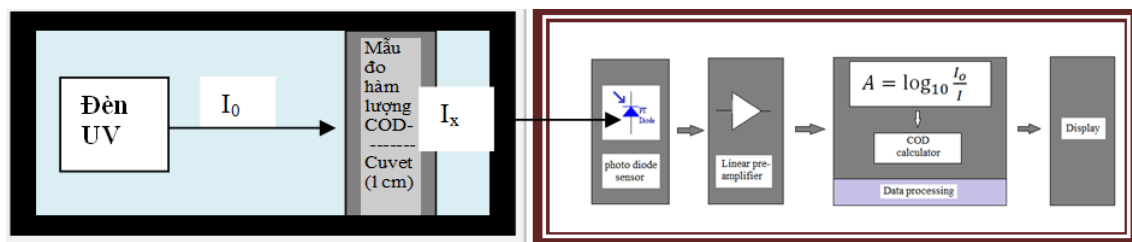
$$A = \epsilon .l. C = - \log \frac{I_x}{I_0} \quad (1)$$

Nếu I_x = Từ 1 đến 100, $I_0 = 100$, thì độ

truyền qua là: $T = 1-100\%$, Độ hấp thụ quang A có giá trị từ 2- 0 (không có đơn vị). Trong đó nếu hệ số ϵ và chiều dài l là cố định thì độ hấp thụ quang A phụ thuộc chủ yếu vào I_x tức là nồng độ COD của mẫu cần xác định.

Nếu độ hấp thụ quang A thụ thuộc vào nồng độ chất C cần xác định có trong mẫu theo phương trình đường thẳng, hàm số thuận thì ta cũng có thể biểu thị sự phụ thuộc nồng độ chất C lên độ hấp thụ quang A theo phương trình $y = ax$, trong đó y là nồng độ COD (mg/L) và là độ hấp thụ quang A tương đương, như vậy a là hệ số góc của phương trình đường thẳng trên, bằng tg α , kí hiệu là K, có thể biểu diễn như sau:

$$\text{COD}_{(\text{mg/L})} = K_{(\text{mg/L})} \cdot A \quad (2)$$



1a. Bộ phận truyền quang

1 b. Bộ phận cảm ứng, khuếch đại và truyền dữ liệu

Hình 1a, 1b: Sơ đồ khối chế tạo thiết bị đo nhanh UV-COD

Dựa trên hai phương trình (1) và (2), phần mềm chế tạo bo mạch sẽ thiết kế để số liệu đầu vào được cài đặt trên máy chỉ là hệ số K. Độ hấp thụ quang A sẽ được hiển thị trên máy đo (hình 1).

Nguồn đèn phát ra chùm ánh sáng UV ở bước sóng tử ngoại sẽ bị hấp thụ bởi các

chất hữu cơ có trong mẫu đo. Một cảm biến quang học sẽ thu nhận cường độ sáng khi đi qua mẫu đo I_x . Phần mềm dựa trên tín hiệu A hiển thị trên màn hình nhỏ LCD của thiết bị. Tín hiệu này được nhân với hệ số chuyển đổi nồng độ K cài đặt sẵn, cho ngay kết quả đo COD của mẫu,

nó được hiển thị trực tiếp trên màn hình nhỏ LCD.

Hệ số chuyển đổi nồng độ $K_{(mg/L)}$ được xác định bằng thực nghiệm, là tỉ lệ giữa hàm lượng COD của mẫu được xác định bằng phương pháp TCVN 4691:1999 và độ hấp thụ quang của chính mẫu đó ở bước sóng đo (cụ thể bước sóng đo 254 nm).

2. THỰC NGHIỆM.

2.1. Hóa chất và dụng cụ

Hóa chất. Các hóa chất cần thiết theo TCVN 4691:1999 để xác định COD bằng phương pháp kali dicromat. Chất chuẩn kali hydrophthalat, nồng độ 500mg/L, Nước thải chứa hồ tinh bột với nồng độ 1%, nước thải nhuộm có độ hấp thụ quang A từ 1-1,5.

Phụ kiện bộ phận truyền quang: Đèn Hg (UV=254nm), Cuvet thạch anh, chiều dày 1cm, có đường dẫn mẫu vào và ra, bơm chất lỏng mini MFG-NO.LB04458 CM-15,12V, gương phản quang hình tròn, $d=1cm$.

Phụ kiện điện tử: Tụ điện 4700, 1, 330 μ F; Bộ ADC 12 bit, bộ vi điều khiển họ PIC 18F2423, LCD (16x2: dài 85 $\pm$ 0.5mm, rộng: 30 $\pm$ 0.5mm), Bộ thu phát DR F7020D20 (20dBm, ISM RF, Transceiver Module)

Dụng cụ. Thiết bị phân hủy mẫu COD - Hach với nhiệt độ 200- 300°C, máy đo quang UV-VIS 2450, Shimadzu, Nhật Bản.

2.2. Thực nghiệm

2.2.1. Lắp đặt hệ truyền quang của thiết bị gồm: Đèn Hg; cuvet thạch anh, chiều dài $L=1cm$ có đường dẫn mẫu đầu vào, đầu ra bằng bơm mini 12V. Hệ thống gương quang học đưa tín hiệu vào bộ phận cảm biến quang học (hình 1a)

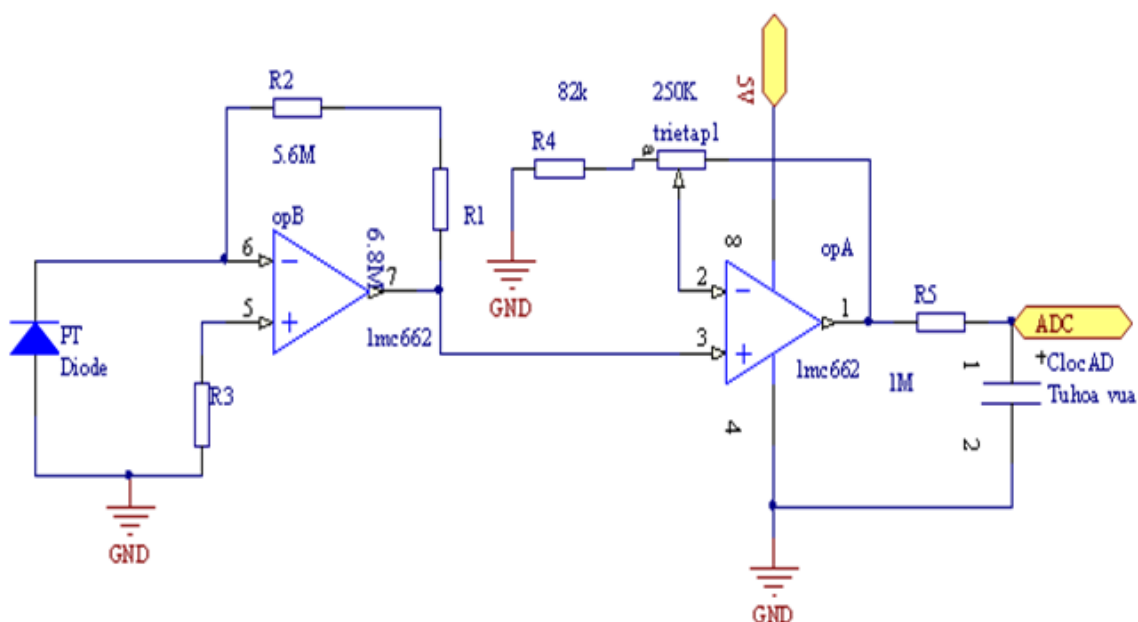
2.2.2. Thiết kế, ghép nối bản mạch điện tử của bộ phận cảm biến quang học, khuếch đại, chuyển đổi tín hiệu quang sang tín hiệu điện và số hóa các tín hiệu thu được (hình 1b).

2.2.3. Áp dụng thử nghiệm: Trên mẫu chuẩn, mẫu nước thải chứa hỗn hợp tinh bột và các chất hữu cơ khác, nước thải nhuộm, nước thải giấy. Tính sai số và độ lặp lại, độ ổn định của 4 thiết bị đồng thời.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thiết kế phần mềm.

Phần mềm “Delphi” và Altium Designer Summer 09 [1] được sử dụng để thiết kế, chế tạo bo mạch điện tử cho hệ thiết bị đo nhanh UV-COD. Hình 2 là sơ đồ nguyên tắc bản mạch đo và khuếch đại tín hiệu quang, trong đó tín hiệu quang là nguồn ánh sáng (I_0) xuyên qua cuvet thạch anh chứa dung dịch mẫu. Dung dịch này được bơm vào buồng đo chuyên, điều khiển bơm là một chip vi điều khiển PIC18F452 [2.3], hệ số chuyển đổi nồng độ K được cài đặt sẵn, có kết nối với nút tăng, giảm khi cần thiết và nút tính ghi lại giá trị trung bình.

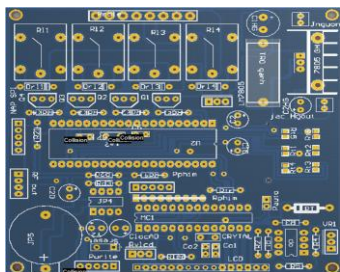


Hình 2: Sơ đồ nguyên lý bản mạch đo và khuếch đại tín hiệu quang

3.2. Lắp ráp các bản mạch điện tử [4].

Sơ đồ nguyên lý ở hình 2 được thiết kế và lắp ráp thành mạch PCB như hình 3a,

3b. Các linh kiện được hàn trên bản mạch điện tử PCB đã được phủ lớp epoxy để chống rỉ.



3a



3b



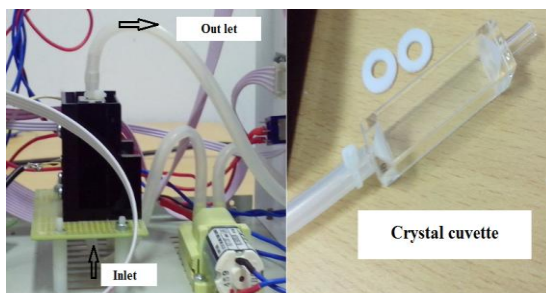
3c

Hình 3: 3a-Bản mạch điện tử được lắp ráp theo bản vẽ, 3b- lắp ráp blog các chip điện tử và 3c- Bộ thu phát DR F7020D20

Bộ phận truyền quang từ nguồn đèn UV, buồng tối chứa cuvet thạch anh, bơm mini, đã được nghiên cứu lắp ráp trước đây nên trong báo cáo này bộ phận truyền quang được xem như đã có sẵn. Theo hình 1 và 2 tín hiệu quang thu

được, được đưa vào bộ chuyển đổi tín hiệu quang sang tín hiệu điện, sau đó tín hiệu điện tiếp tục được đưa vào bộ ADC 12 bit nhằm số hóa tín hiệu điện đo được. Chip PIC 18F2423 được sử dụng để điều khiển và hiển thị kết quả đo trên màn

hình LCD (16x2) với các thông số A theo phương trình (1), nồng độ COD theo phương trình (2), với hệ số K xác định bằng thực nghiệm và cài sẵn trên máy. Khối ghi số liệu, truyền số liệu bằng modul RF sẽ truyền tín hiệu đo được sau khi đã xử lý thông qua bộ thu phát DRF7020D20 có khoảng cách thu phát tối đa là 1,3 km.



Hình 4. Cấu tạo bên trong của thiết bị-phần cứng

Hình 4 là cấu tạo bên trong thiết bị gồm buồng tối chứa cuvet thạch anh có đường dẫn mẫu đầu ra, đầu vào được nối với bơm mini là bộ phận trọng tâm nhất của máy.

3.3. Áp dụng thực tế.

Sử dụng dung dịch kali hydrophthalat làm dung dịch chuẩn, các mẫu nước thải nhuộm, nước thải giấy và nước thải chứa hỗn hợp tinh bột và các chất hữu cơ khác là đối tượng khảo sát. Áp dụng phương pháp tiêu chuẩn qui định, TCVN 6491:1999 (ISO 6060:1989) sử dụng kali dicromat để xác định COD của dung dịch chuẩn 100; 200mg/L. Xác định COD của các mẫu nước thải chứa tinh bột, nước thải nhuộm, nước thải giấy. Xác định độ hấp thụ quang của các dung dịch chuẩn và mẫu nước thải ở trên tại bước sóng 254nm.

Hệ số chuyển đổi nồng độ K của kali hydrophthalat là 165mg/L, nước thải nhuộm là 707mg/L, nước thải giấy 268 mg/L và nước thải chứa tinh bột và một số chất hữu cơ không xác định là 9500mg/L. Các hệ số K này được cài vào sẵn thiết bị COD.

Bảng 1: Kết quả xác định COD trong mẫu chuẩn và nước thải

STT	Mẫu	Hệ số K (mg/L) (n=3)	Mật độ quang $A_{(n=10)}$	Nồng độ (mg/L) COD _{UV} (n=10)	Nồng độ (mg/L) COD _{TCVN}	Sai số	Độ sai lệch của 4 thiết bị (%)
1	Mẫu chuẩn	165	0.615	104	99	± (3 -7)%	± (2-3)%
2	Nước thải giấy	268		89	93	± (3 -7)%	± (2 -3)%
3	Nước thải nhuộm	707	1.118	790	782	± (5-10)%	± (3 -4)%
4	Nước thải chứa hỗn hợp tinh bột và các chất khác	9500	1.552	14.750	15.400	± (5-10)%	± (5 -6)%

Từ kết quả bảng 1 cho thấy hệ số K lên đến 9500mg/L, hàm lượng COD xác định được lên đến 14.750mg/L, với sai số khoảng 10 %. Vì vậy thiết bị được cài đặt với hệ số K lớn nhất là 10.000mg/L. Hàm lượng COD cao nhất là 20.000mg/L. Xác định đồng thời 4 thiết bị được lắp hoàn chỉnh, độ sai lệch của các thiết bị nằm trong khoảng 6%. Với kết quả trên, thiết bị xác định nhanh UV-COD này có thể hoàn chỉnh và đưa đi áp dụng thử nghiệm để tiến tới hoàn thiện hơn.

KẾT LUẬN

Đã thiết kế và lắp đặt thành công bo mạch điện tử dùng cho thiết bị đo nhanh UV-COD trong nước thải với hàm lượng COD có thể xác định được lên đến 15.000mg/L, hệ số chuyển đổi nồng độ K được xác định bằng thực nghiệm và cài sẵn trong thiết bị có thể lên đến 10.000mg/L. Sai số khoảng 10% và 4 thiết bị lắp đặt đầu tiên có độ ổn định và độ đồng đều cao, sai lệch giữa các thiết bị dưới 6%.

Thiết bị này đã được đưa đi khảo sát thực tế một số nhà máy cho kết quả tốt, phù hợp với nhu cầu quan trắc môi trường liên tục và trực tuyến hiện nay.

Bài báo này được thực hiện trong khuôn khổ đề tài mã số 01C-09/03-2012- 2 của Sở Khoa học và Công nghệ Hà Nội năm 2012-2013. Tập thể tác giả xin trân trọng cảm ơn sự giúp đỡ của Sở KH&CN Hà Nội.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *The ART of electronics* Paul Horowitz -Harvard university and Winfield Hill - Sea data corporation, Newton, Massachusetts, ", Cambridge University Press 1980 ;
2. Microchip.com/downloads/en/devicedoc/39755a.pdf
3. Microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39564C.pdf;
4. www.egr.msu.edu/.../GettingStartedWithPCBDesignUsingAltium.pdf;
5. TCVN 6491:1999 (ISO 6060:1989): *chất lượng nước- xác định nhu cầu oxyhoá hoá học COD*)
6. Ayrton F.martin, Daniel R.Arsand, carta B.brenner, Luciane Mineeto. COD-Evaluation of hospital Effluent by means of UV-Spectral deconvolution. *Clean*.2008,36 (10-11) p.875-878.
7. K.Fujimori, W.ma, T. Moriuchikawakami, Y.Shibutani, N.takenaka, H. Bandow, and Yasuaki Maeda: Chemiluminiscence method with potassium permanganate for the determination of organic pollutant in Seawater. *Anal. Sci.*, 2001, vol.17,p 975.
8. Chen Wenchun. UV spectro photometry determination of COD in water applications. *Water treatment technology* (1998), vol.24(6), p333-335.
9. N. Q. Trung; N. T. Thảo; L. M. Tuấn; N. T. Phở, N.T.P.Thảo: Đề tài cấp Viện KH&CN Việt nam, năm 2009: *Nghiên cứu (xem tiếp tr.79)*