

Xây dựng hệ đo quan trắc phóng xạ môi trường sử dụng đầu dò suất liều inspector và hệ điện tử FPGA

• **Đoàn Thị Thanh Nhân**

Viện kĩ thuật công nghệ cao NTT, Đại học Nguyễn Tất Thành

• **Võ Hồng Hải**

• **Nguyễn Quốc Hùng**

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 04 tháng 12 năm 2014, nhận đăng ngày 23 tháng 09 năm 2015)

TÓM TẮT

Trong bài báo này, chúng tôi trình bày phát triển hệ đo quan trắc phóng xạ môi trường. Các thiết bị trong hệ đo gồm đầu dò đo liều phóng xạ Inspector⁺, bộ xử lý điện tử FPGA và chương trình giao tiếp LabVIEW. Ở bộ xử lý điện tử FPGA, một chương trình nhúng VHDL được xây dựng cho bo mạch FPGA với chức năng ghi nhận xung tín hiệu điện tử nhận từ Inspector⁺, hình thành số đếm tích lũy theo thời gian và truyền số liệu lên máy tính. Trên máy tính một chương

trình giao tiếp LabVIEW được xây dựng có chức năng điều khiển, ghi nhận số liệu từ bo mạch FPGA, hiển thị đồ thị và lưu dữ liệu nhận. Sau khi xây dựng hệ đo, chúng tôi thực hiện đánh giá độ đáp ứng của hệ đo thông qua máy phát xung chuẩn. Hệ đo được đưa vào khảo sát phóng xạ tại 2 phòng thí nghiệm và ngoài trời tại Bộ môn Vật lý Hạt nhân, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM.

Từ khóa: phóng xạ môi trường, quan trắc phóng xạ, FPGA, VHDL, inspector, LabVIEW

MỞ ĐẦU

Trong cuộc sống, chúng ta tiếp xúc với phóng xạ môi trường mỗi ngày. Tùy thuộc vào nguồn gốc của phóng xạ môi trường có thể phân biệt giữa các nguồn phóng xạ tự nhiên: do bức xạ vũ trụ, các nguồn nội bộ trong cơ thể con người, phóng xạ trên trái đất; các nguồn phóng xạ nhân tạo: đồng vị phóng xạ để chẩn đoán và điều trị trong y học, thử nghiệm vũ khí hạt nhân và nhà máy điện hạt nhân. Ngày nay, sự phát triển của khoa học kỹ thuật đặc biệt là sự phát triển của kỹ thuật hạt nhân khiến nhu cầu sử dụng các nguồn phóng xạ ngày càng nhiều. Thêm vào đó là các tai nạn hạt nhân và các vụ thử vũ khí hạt nhân, gần đây nhất là vụ nổ nhà máy điện hạt nhân ở Fukushima vào tháng 03 năm 2011 tại Nhật Bản khiến vấn đề phóng xạ môi trường trở nên nóng

hơn bao giờ hết. Việt Nam dự định xây dựng một số nhà máy điện hạt nhân tại Ninh Thuận, nên vấn đề phóng xạ hạt nhân môi trường hiện nay và trong tương lai lại càng được quan tâm. Theo khuyến cáo của Ủy ban An toàn Bức xạ Quốc tế ICRP (International Commission on Radiation Protection) trong 05 năm liên tục, giới hạn liều cho nhân viên phóng xạ là 20 mSv/năm, và ở người dân là 1 mSv/năm (tương đương 0,12 μ Sv/giờ); trong đó, ở một năm, liều giới hạn cho nhân viên phóng xạ là 50 mSv/năm và cho người dân là 5 mSv/năm (tương đương 0,57 μ Sv/giờ) [1].

Vì thế việc thực hiện đánh giá phóng xạ môi trường là rất cần thiết. Hiện tại nhóm điện tử hạt nhân thuộc Bộ môn Vật lý Hạt nhân, Khoa Vật lý

trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM đang thực hiện xây dựng các hệ đo quan trắc phóng xạ môi trường để ghi nhận đánh giá phóng xạ môi trường.

Trong bài báo này, chúng tôi phát triển hệ đo quan trắc phóng xạ môi trường. Hệ đo bao gồm đầu dò đo liều phóng xạ Inspector⁺, bộ xử lý điện tử FPGA, và chương trình giao tiếp LabVIEW với máy tính. Ở bộ xử lý điện tử FPGA, chương trình nhúng VHDL được xây dựng cho board mạch FPGA, với chức năng ghi nhận xung tín hiệu điện tử từ Inspector⁺, hình thành số đếm tích lũy theo thời gian và truyền số liệu lên máy tính qua cổng RS-232. Trên máy tính, chương trình giao tiếp LabVIEW được xây dựng để ghi nhận và hiển thị dữ liệu nhận được từ bo mạch FPGA và lưu dữ liệu vào máy tính. Hệ đo có thể “reset” trực tiếp trên board mạch và “reset” bằng phần mềm khi thực hiện một phép đo phóng xạ môi trường.

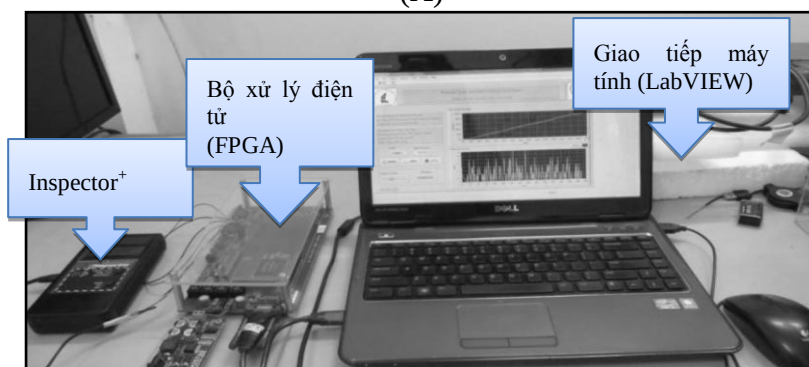
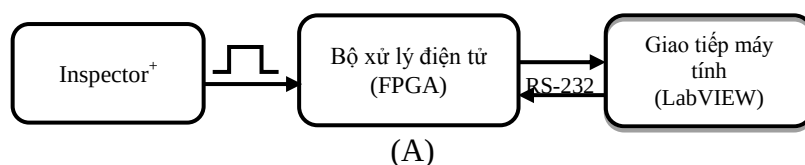
Để đánh giá độ đáp ứng của hệ đo chúng tôi sử dụng máy phát xung với các tần số phát thay đổi từ Hz đến kHz. Chúng tôi thực hiện đo thực tế phóng xạ ngoài trời và phóng xạ tại hai phòng thí nghiệm: (1) Phòng thí nghiệm Điện tử hạt nhân và (2) Phòng thí nghiệm hạt nhân đại cương, thuộc Bộ môn Vật lý Hạt nhân,

Khoa Vật lý-Vật lý Kỹ thuật, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM.

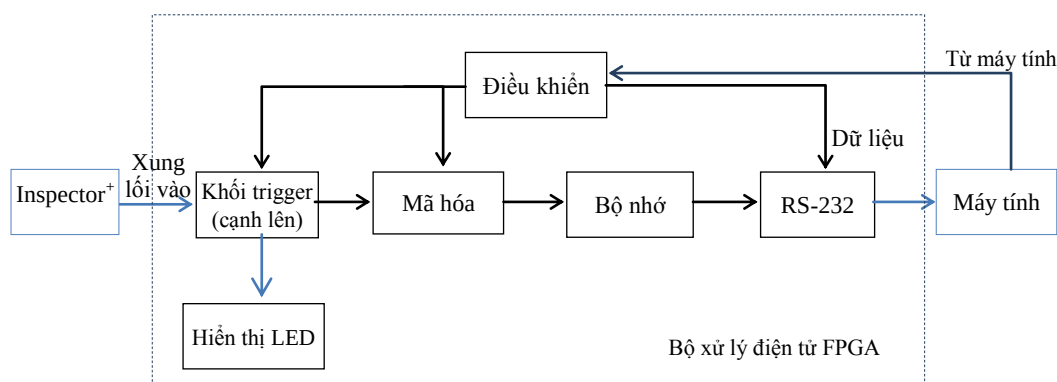
PHƯƠNG PHÁP

Xây dựng hệ đo quan trắc phóng xạ môi trường

Hệ đo quan trắc phóng xạ môi trường được xây dựng như Hình 1, bao gồm: (1) đầu dò bức xạ Inspector⁺, (2) bộ xử lý điện tử FPGA và (3) giao tiếp máy tính LabVIEW. Khi bức xạ hạt nhân tương tác với đầu dò của Inspector⁺ (1), dạng Geiger-Muller, xung tín hiệu ra từ Inspector⁺ có dạng xung vuông với độ rộng xung ~100 μ s, chuẩn logic TTL [2]. Xung ra từ Inspector⁺ được đưa vào bộ xử lý điện tử FPGA (2). Một chương trình nhúng VHDL được xây dựng cho phép xử lý và thực hiện việc tính toán và truyền lên máy tính qua cổng RS-232. Để điều khiển bo mạch FPGA cũng như truyền dữ liệu lên máy tính, một chương trình giao tiếp LabVIEW (3) được xây dựng. Trong chương trình LabVIEW dữ liệu được nhận qua cổng RS-232 và hiển thị dưới dạng đồ thị số đếm tổng tích lũy theo thời gian cũng như số đếm trên giây theo thời gian. Số liệu cũng được lưu lại dạng file ASCII (*.txt) cho phép phân tích cũng như đánh giá.



Hình 1. Sơ đồ bố trí (A) và hình ảnh (B) về hệ đo phóng xạ môi trường

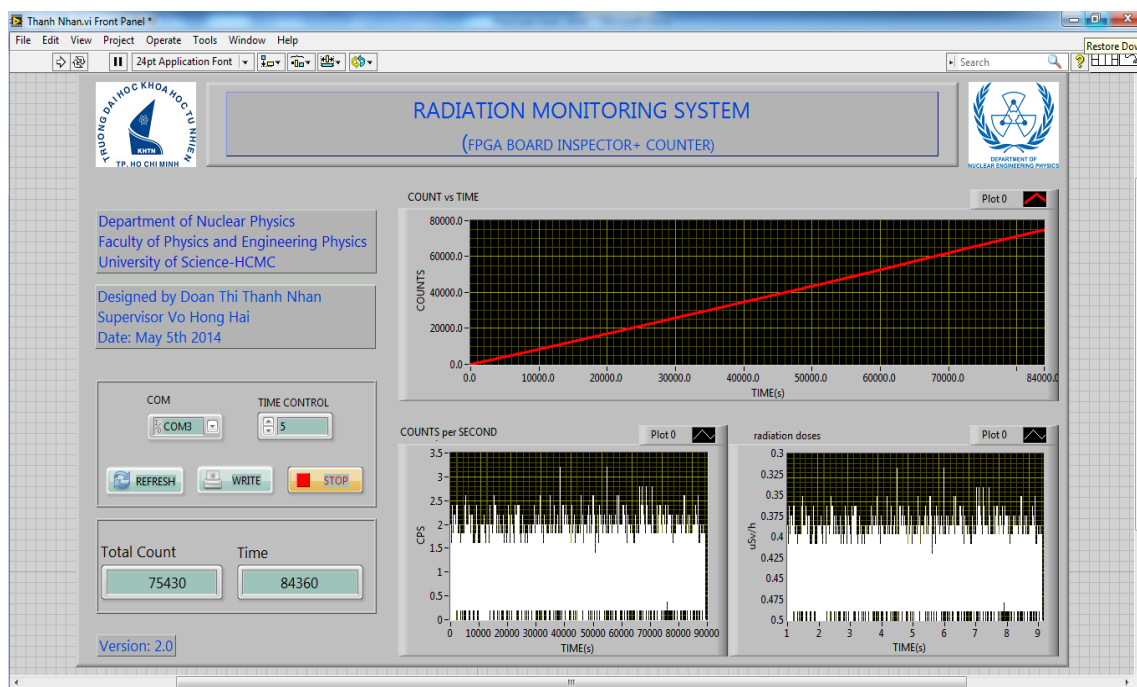


Hình 2. Sơ đồ khối trong bộ xử lý điện tử FPGA

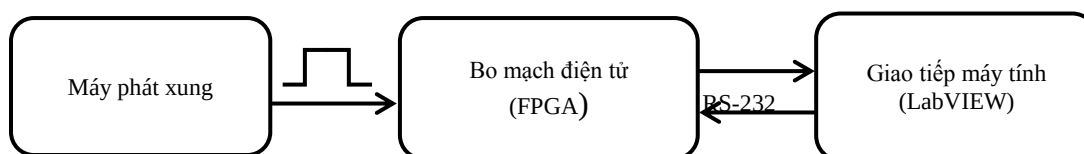
Bộ xử lý điện tử FPGA

Bộ xử lý điện tử FPGA là bo mạch có chip cyclone II EP2C8Q208C7 của hãng Altera [3], giao tiếp máy tính qua cổng RS-232 và đèn LED hiển thị. Sơ đồ khối firmware được nhúng trong chip FPGA được trình bày như trong Hình 2, ngôn ngữ lập trình cho firmware là VHDL. Cấu trúc của firmware nhúng trong chip FPGA bao gồm các khối: khối trigger, khối mã hóa thành số đếm, khối bộ nhớ, khối giao tiếp RS-232 và khối điều khiển. Khi xung tín hiệu từ Inspector⁺ (dạng xung logic dương chuẩn TTL) đi vào khối trigger, tín hiệu sẽ được ghi nhận và mã hóa thành số đếm. Dữ liệu số đếm sẽ được chứa trong bộ nhớ và có thể truyền dữ liệu lên máy tính qua

chuẩn RS-232. Bộ điều khiển, được điều khiển từ máy tính, cho phép cài đặt các thông số như reset, khoảng thời gian truyền dữ liệu cũng như điều khiển trigger cạnh lên và cạnh xuống. Bên cạnh là đèn LED hiển thị trực quan về xung tín hiệu được ghi từ Inspector⁺. Phần cứng bo mạch điện tử FPGA được sản xuất tại Trường Đại học Osaka, Nhật Bản. Việc phát triển các thiết bị điện tử FPGA nằm trong chương trình hợp tác giữa Bộ môn Vật lý Hạt nhân, Khoa Vật lý-Vật lý Kỹ thuật, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM và nhóm GS. Masahara Nomachi, Đại học Osaka Nhật Bản [4].



Hình 3. Giao diện giao tiếp LabVIEW



Hình 4. Sơ đồ đánh giá độ đáp ứng của hệ đo

Chương trình giao tiếp LabVIEW

Để giao tiếp bo mạch FPGA với máy tính, chúng tôi xây dựng giao tiếp chạy trên nền LabVIEW™ [5]. Chương trình LabVIEW có chức năng điều khiển bo mạch FPGA, vẽ đồ thị và lưu dữ liệu. Hình 3 là giao diện giao tiếp giữa máy tính với bo mạch FPGA.

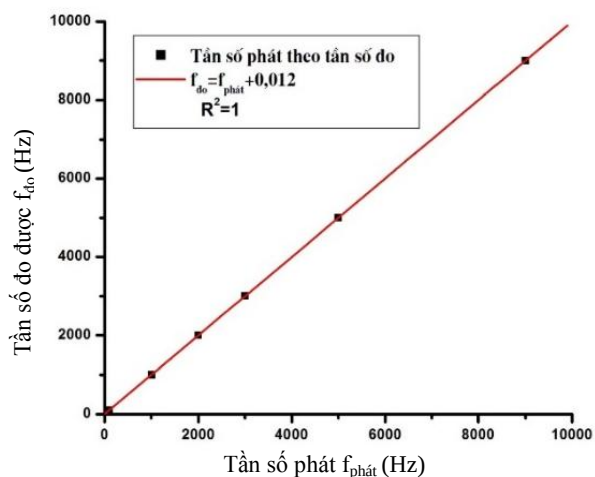
KẾT QUẢ

Sau khi xây dựng hệ đo, chúng tôi thực hiện đánh giá độ đáp ứng của hệ đo thông qua máy phát xung chuẩn. Tần số xung phát từ Hz tới kHz, cụ thể các tần số khảo sát là 0,1 Hz; 1 Hz;

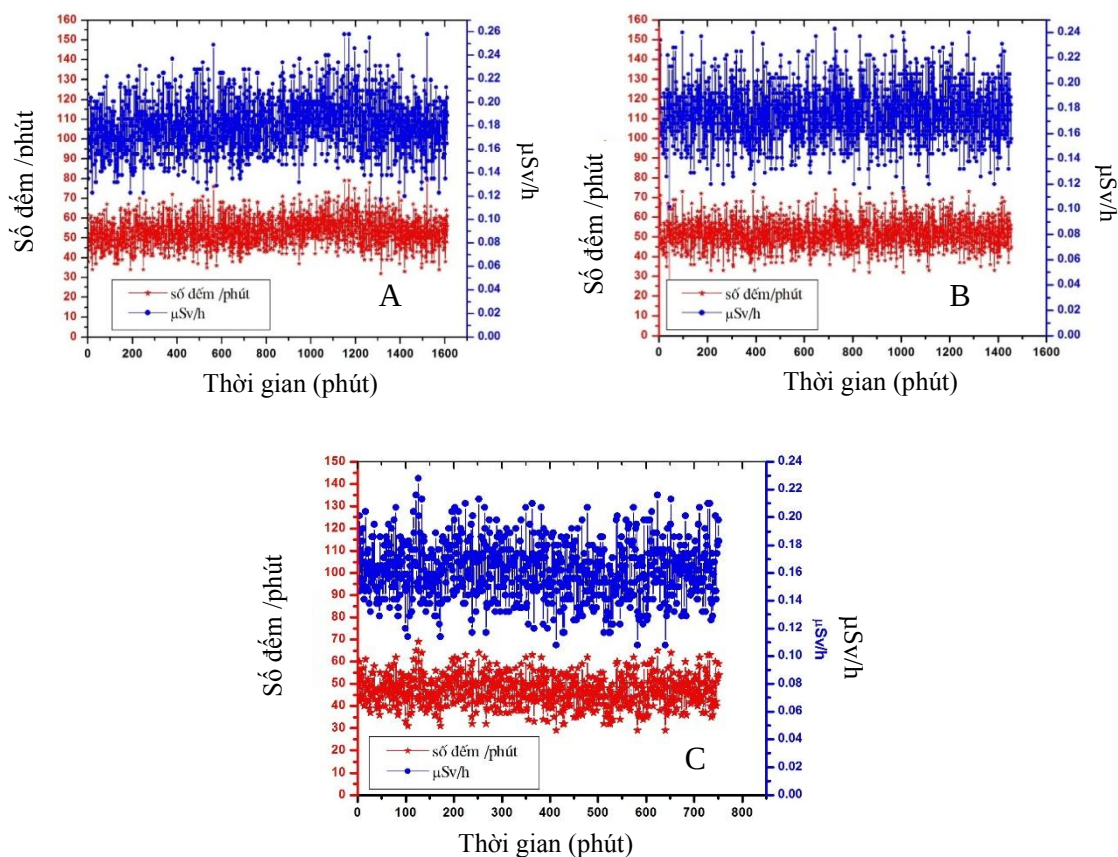
10 Hz; 100 Hz; 1000 Hz; 2000 Hz; 3000 Hz; 5000 Hz và 9000 Hz. Độ rộng xung được thiết lập là 100 μ s, chuẩn TTL tương ứng với độ rộng xung của Inspector⁺. Thời gian khảo sát cho mỗi tần số phát là 10 phút. Hình 4 trình bày bố trí hệ đo. Kết quả khảo sát được trình bày như trong Bảng 1 và Hình 5. Độ lệch ghi nhận được giữa tần số phát từ máy phát xung và tần số ghi nhận của hệ đo dưới 0,01 %. Điều này cho thấy hệ đo hoạt động tốt, không có thời gian chết. Hệ đo có thể áp dụng cho đầu dò Inspector⁺ và khảo sát phóng xạ môi trường.

Bảng 1. Bảng so sánh tần số mà máy phát xung phát ra với tần số hệ đo ghi nhận được.

Tần số phát $f_{\text{phát}}(\text{Hz})$	Tần số đo được $f_{\text{đo}}(\text{Hz})$	Độ lệch (%) $(f_{\text{phát}} - f_{\text{đo}}) / f_{\text{phát}}$
0,1	0,1	0
1	1	0
10	10	0
100	100	0
1000	999,987	0,001
2000	1999,928	0,004
3000	2999,967	0,001
5000	4999,539	0,007
9000	8999,366	0,007



Hình 5. Đồ thị thể hiện mối liên hệ giữa tần số phát từ máy phát xung và tần số ghi nhận được của hệ đo



Hình 6. Đồ thị phong phóng xạ của Phòng thí nghiệm Điện tử Hạt nhân (6A), Phòng thí nghiệm Hạt nhân đại cương (6B), ngoài trời (6C)

Thực hiện đo phóng xạ môi trường

Trong bài báo này, chúng tôi tiến hành đo phóng xạ môi trường cho hai phòng thí nghiệm và phóng xạ ngoài trời. Phòng thí nghiệm mà chúng tôi khảo sát gồm (1) Phòng thí nghiệm Điện tử Hạt nhân và (2) Phòng thí nghiệm Hạt nhân đại cương của Bộ môn Vật lý Hạt nhân thuộc Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM. Ở đó, Phòng thí nghiệm Hạt nhân đại cương là phòng có chứa một số nguồn phóng xạ phục vụ công tác dạy học thực nghiệm. Thời gian thực hiện cho mỗi phòng là 24 giờ liên tục. Đối với phép đo ngoài trời, thời gian đo là 12 giờ liên tục.

Hình 6 là kết quả đo phóng xạ môi trường tại các khu vực đã đo. Dựa vào đồ thị nhận thấy rằng phóng xạ của phòng thí nghiệm điện tử hạt nhân thuộc Bộ môn Vật lý Hạt nhân có suất liều dao động trong khoảng 0,1 $\mu\text{Sv/h}$ đến 0,26 $\mu\text{Sv/h}$, với trung bình là 0,17 $\mu\text{Sv/h}$. Phóng xạ của Phòng thí nghiệm Hạt nhân đại cương có suất liều dao động trong khoảng 0,1 $\mu\text{Sv/h}$ đến 0,24 $\mu\text{Sv/h}$, với trung bình là 0,18 $\mu\text{Sv/h}$. Phóng xạ bên ngoài hai phòng thí nghiệm có suất liều dao động trong khoảng 0,1 $\mu\text{Sv/h}$ đến 0,23 $\mu\text{Sv/h}$, với trung bình là 0,16 $\mu\text{Sv/h}$. Với số liệu suất liều trung bình có được, so sánh với chuẩn ICRP, phóng xạ tại các điểm đo là an toàn.

KẾT LUẬN

Trong bài báo này, chúng tôi thực hiện xây dựng hệ đo quan trắc phóng xạ môi trường. Hệ đo cho phép đo liên tục theo thời gian, số liệu sẽ được vẽ lên đồ thị up-to-date, cũng như số liệu sẽ được lưu lại thành file, cho phép phân tích và đánh giá.

Chúng tôi thực hiện đánh giá đáp ứng hệ đo thông qua máy phát xung chuẩn. Chúng tôi đánh giá từ 0,1 Hz đến 9000 Hz. Độ lệch tần số giữa xung tín hiệu do máy phát xung phát ra và tần số đo được từ hệ đo là không đáng kể (dưới 0,01 %). Điều này cho thấy, hệ đo đáp ứng tốt, không có thời gian chết.

Sau khi xây dựng cũng như đánh giá đáp ứng về hệ đo, chúng tôi thực hiện khảo sát phóng xạ môi trường tại Phòng thí nghiệm Điện tử Hạt nhân, Phòng thí nghiệm Hạt nhân đại cương, và ngoài trời tại vị trí Bộ môn Vật lý Hạt nhân Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM. Chúng tôi đo 24 h cho 2 phòng thí nghiệm và 12 h cho ngoài trời. Kết quả khảo sát cho thấy, phóng xạ nằm trong an toàn của ICRP.

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn đến Bộ môn Vật lý Hạt nhân, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM đã tạo mọi điều kiện để chúng tôi hoàn thành bài báo này. Chúng tôi đặc biệt cảm ơn nhóm nghiên cứu của giáo sư Masaharu Nomachi với các hỗ trợ về bo mạch FPGA.

Development of environmental radiation monitoring system using inspector⁺ and FPGA board

- **Doan Thi Thanh Nhan**

NTT Institute of Hi-Technology, Nguyen Tat Thanh University

- **Vo Hong Hai**

- **Nguyen Quoc Hung**

University of Science, VNU-HCM

ABSTRACT

In this report, we present the development of an environmental radiation monitoring system. The system includes Inspector⁺ dose meter, FPGA board, and LabVIEW interface. In the electronic board using FPGA, the embedded VHDL program is developed for FPGA board. Its functions are to accumulate pulse signals from the Inspector⁺, transmit data to the computer. Computer interface is written on LabVIEW

platform. Its functions are to receive data from FPGA board, plot data, store data, as well as control the FPGA board. We evaluate the response of the system by using a standard pulse generator. With this system, we carry out the measurement of environmental background radiation in two experimental rooms and outside at Nuclear physics Department, University of Science, VNU-HCMC.

Keywords: environmental radiation, radiation monitoring, FPGA, VHDL, LabVIEW.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Ủy ban An toàn Bức xạ Quốc tế ICRP (International Commission on Radiation Protection), online available: <http://icrp.org/index.asp>
- [2]. Inspector⁺& Inspector EXP⁺ User Manual, S.E. International Inc, USA.
- [3]. <http://www.altera.com/>
- [4]. Chương trình hợp tác khoa học “Phát triển trên board mạch FPGA” giữa BM. Vật lý Hạt nhân, Khoa Vật lý & VLKT, Trường đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM và nhóm GS. Masaharu Nomachi, Đại học Osaka Nhật Bản.
- [5]. <http://vietnam.ni.com/>