

# THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO MÔ ĐUN XỬ LÝ TÍN HIỆU ĐO NHIỆT ĐỘ, ĐỘ ẨM VÀ CƯỜNG ĐỘ ÁNH SÁNG SỬ DỤNG TRONG HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT RAU TRONG NHÀ LƯỚI

**Design and Manufacture Signal Processing Modules to Measure Temperature, Relative Humidity and Light Intensity for the Control Systems in a Vegetable Net House**

Nguyễn Văn Linh, Ngô Trí Dương

*Khoa Cơ Điện, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội*  
Địa chỉ email tác giả liên lạc: *libertyclinton@gmail.com*

## TÓM TẮT

Trong sản xuất nông nghiệp, trồng rau trong nhà lưới là một kỹ thuật mới tại Việt Nam. Kỹ thuật này cho phép các nhà vườn có thể điều chỉnh được môi trường trồng, nhằm điều tiết các thông số môi trường như nhiệt độ, độ ẩm, cường độ ánh sáng, ... phù hợp với từng thời kỳ sinh trưởng phát triển của cây rau. Từ đó góp phần nâng cao năng suất và chất lượng sản phẩm rau thương phẩm. Tuy nhiên, một trong những khó khăn đối với quá trình điều chỉnh môi trường nhà lưới là việc đo các thông số môi trường. Các thiết bị nhập khẩu có thể giải quyết được vấn đề nhưng giá thành tương đối cao. Nghiên cứu được tiến hành để giải quyết khó khăn này. Sử dụng PT100, HS1101 và quang trở, nghiên cứu đã chế tạo được các module xử lý tín hiệu đo nhiệt độ, độ ẩm và cường độ ánh sáng, đơn giản, dễ sử dụng, chi phí thấp, với tín hiệu ra theo chuẩn công nghiệp 5V. Nghiên cứu có thể bước đầu giải quyết được các khó khăn cho các nhà vườn Việt Nam.

Từ khoá: Cường độ ánh sáng, độ ẩm, nhiệt độ, xử lý tín hiệu.

## SUMMARY

In agricultural practice, planting vegetables in net house is an innovative technology in Vietnam. This allows gardeners to adjust the net house's environment, which regulates satisfactorily environmental parameters such as temperature, relative humidity and light intensity in each vegetable's growth and development period. As a result, it improves the commercial vegetable's quantity and quality. Nonetheless, one of difficulties in controlling net house's environment is to measure the environmental parameters. Imported devices are the solution, but they are very expensive. The study was conducted to solve this issue. The signal processing modules that could observe temperature, relative humidity and light intensity in net house's environment were produced by using sensors of PT100, HS1101, and photo-resistor. These modules, whose outputs were developed for industrial standard of 5V, are pretty simple, use easily and cost relatively low. Results of the study contributed to solve initially Vietnamese gardeners' problems.

Keywords: Light intensity, relative humidity, signal processing, temperature.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trồng rau trong nhà lưới chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của các điều kiện môi trường trong đó (Anuj Kamar và cs., 2010). Các yếu tố môi trường quan trọng nhất ảnh hưởng đến sự phát triển, năng suất và chất lượng của cây

trồng là nhiệt độ, độ ẩm và ánh sáng (Anuj Kamar và cs., 2010; Teemu Ahonen và cs., 2009). Việc giám sát liên tục các thông số môi trường này sẽ cung cấp thông tin cho người trồng có sự hiểu biết tốt hơn về mỗi thông số ảnh hưởng đến cây trồng như thế nào, trên cơ

sở đó người trồng sẽ đưa ra các quyết định để tạo ra năng suất mùa vụ cao nhất (Anuj Kamar và cs., 2010; Teemu Ahonen và cs., 2009). Trong các phương pháp truyền thống trước đây, các thông số môi trường này được thu thập thủ công bởi người nông dân. Do đó, người lao động giữ vai trò quan trọng trong giám sát các nhà lưới, đặc biệt đối với một số cây trồng như rau và hoa. Tuy nhiên, khi quy mô các nhà lưới ngày càng gia tăng thì phương pháp này mất rất nhiều thời gian và đòi hỏi nhiều sự cố gắng và công sức lao động (Izzatdin Abdul Aziz và cs., 2008). Trong thập kỷ 1990, nhiều hệ thống giám sát các thông số môi trường trong nhà lưới đã được phát triển. Nhưng do sự thiếu hiểu biết và không được đào tạo nên các hệ thống này vẫn là mơ ước của người nông dân (van Heten, 2005).

Bên cạnh đó, trong hoạt động trồng rau trong nhà lưới hiện đại, việc điều khiển các thông số môi trường được coi là vấn đề quan trọng ảnh hưởng đến sự phát triển và năng suất cả về số lượng và chất lượng của cây trồng (John, 1999; van Heten, 2005). Trên thực tế, để điều khiển được các thông số này đòi hỏi phải đo và giám sát được chúng. Trong những năm qua, các hệ thống điều chỉnh môi trường nhà lưới đã được phát triển và các hệ thống đó đã sử dụng đa dạng các loại cảm biến khác nhau, kết hợp với các mạch gia công xử lý tín hiệu đo. Theo Hiromi Eguchi và cs. (1984), Pt100 được sử dụng để đo nhiệt độ và một mạch biến dung được dùng trong đo độ ẩm, sai số 3%. Theo Carrara và cs. (2008), việc giám sát nhiệt độ và độ ẩm được thực hiện nhờ cảm biến SHT11. Trong hệ thống được phát triển bởi Anuj Kamar và cs. (2010), LM35 được sử dụng để đo nhiệt độ, HIH4000 dùng để đo độ ẩm và LDR được sử dụng để quan sát ánh sáng. Theo nghiên cứu được phát triển bởi Istvan Matijevics và Simon Janos (2005), Teemu Ahonen và cs. (2009), SHT75 được phát triển đo nhiệt độ và độ ẩm, TSL262R được sử dụng để đo ánh sáng.

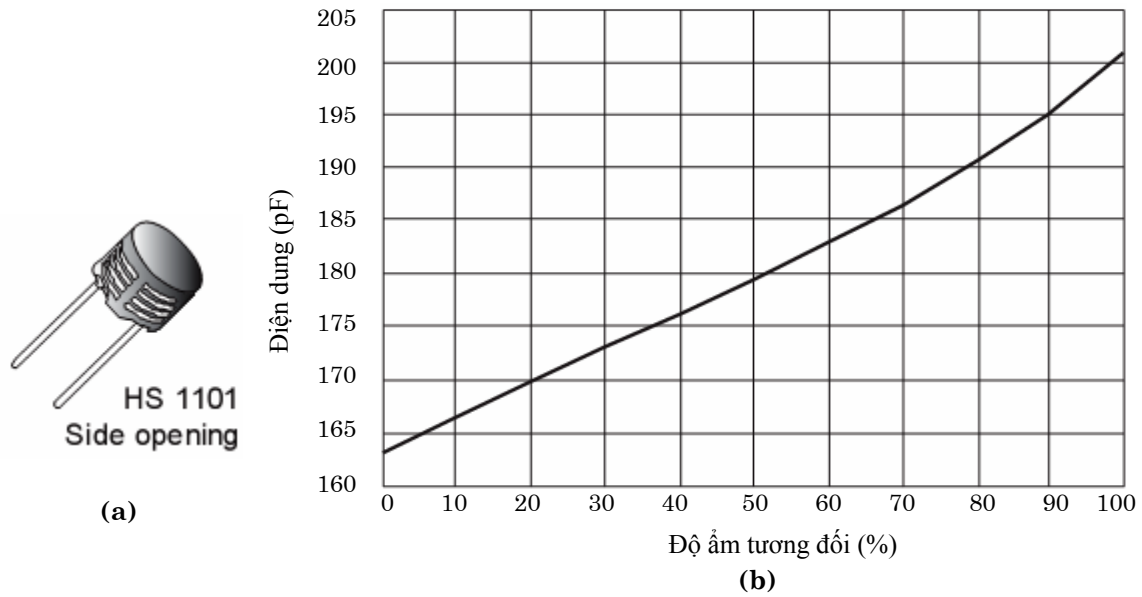
Ở Việt Nam, một số cơ sở sản xuất rau và hoa đã nhập ngoại đồng bộ hệ thống thiết bị điều khiển môi trường trong nhà trồng của Pháp, Isarel, Trung Quốc như Công ty Golden Garden, Trang food, Hasfarm của Đà Lạt, Trung tâm Kỹ thuật Rau quả Hà Nội, một số trường, viện, trung tâm nghiên cứu như Viện Rau quả Hà Nội, Viện Di truyền, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội, Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam, Trung tâm Giống cây trồng ở Thường Tín, Trung tâm Nghiên cứu Cây ăn quả Long An, v.v... Các thiết bị này bảo đảm chất lượng và năng suất rau cao nhưng giá thành của hệ thống khá cao đối với các nhà vườn muốn ứng dụng công nghệ hiện đại vào sản xuất đại trà ở nước ta. Nhằm giải quyết được vấn đề giám sát trong các hệ thống điều chỉnh môi trường trong nhà lưới, một nghiên cứu, thiết kế, chế tạo các mô đun xử lý tín hiệu đo đã được tiến hành nhằm tạo ra hệ thống đo đơn giản, chi phí thấp, dễ sử dụng. Các mô đun xử lý tín hiệu đo này cho phép đo nhiệt độ trong khoảng từ 10°C đến 90°C, độ ẩm từ 30% đến 100% và cường độ ánh sáng từ 10000 lux đến 80000 lux.

## 2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu nghiên cứu

#### 2.1.1. Đo nhiệt độ

Trong nghiên cứu này, PT100 được sử dụng để đo nhiệt độ. PT100 là nhiệt kế điện trở platinum có phạm vi đo nhiệt độ khá rộng (từ -200°C đến 400°C). Do có phạm vi đo rộng, PT100 được sử dụng trong nhiều ngành khoa học như hoá học, vật lý, sinh học, khoa học đất, môi trường, đồng thời cũng có thể được sử dụng trong việc đo nhiệt độ của nước và các hoá chất khác nhau. PT100 được ứng dụng chủ yếu trong công nghiệp, lĩnh vực đòi hỏi độ chính xác cao của phép đo nhiệt độ. Ở phép đo phạm vi nhiệt độ thấp, PT100 có độ chính xác khá cao.



**Hình 1. Cảm biến độ ẩm tương đối của không khí HS1101**  
**a) Hình dáng bên ngoài; b) Đường cong đặc tính**

**2.1.2. Đo độ ẩm**

HS1101 của Hãng HUMIREL (Hình 1), có dải đo trong khoảng 1% ÷ 99% được sử dụng để đo độ ẩm trong nghiên cứu này. Thực chất đây là một tụ điện có điện dung thay đổi theo độ ẩm, theo Nguyễn Văn Linh (2008), điện dung của cảm biến độ ẩm HS1101 thay đổi theo độ ẩm tương đối của không khí được biểu diễn bằng phương trình:

$$C(\text{pf}) = C@55\%(1,25 \cdot 10^{-7} \cdot \text{RH}^3 - 1,36 \cdot 10^{-5} \cdot \text{RH}^2 + 2,19 \cdot 10^{-3} \cdot \text{RH} + 9,00 \cdot 10^{-1})$$

Trong đó:

C(pf) - điện dung của cảm biến tại độ ẩm tương đối %RH, F

C@55% - điện dung của cảm biến tại độ ẩm tương đối 55% và có giá trị trung bình, 180 pF (Hiromi Eguchi, và cs., 1984).

RH - độ ẩm tương đối, %

Như vậy, nếu đo được giá trị điện dung của cảm biến HS1101 tại thời điểm đo, hoàn toàn có thể tìm được độ ẩm tương đối của không khí bằng việc giải phương trình trên.

Trong thực tế, việc đo điện dung của tụ điện bằng phương pháp đo trực tiếp khá

phức tạp, nên nghiên cứu này chọn phương pháp đo gián tiếp.

**2.1.3. Đo ánh sáng**

Quang trở (LDR) được sử dụng để đo ánh sáng trong nghiên cứu này. Đây là thiết bị có điện trở thay đổi theo cường độ ánh sáng.

**2.2. Phương pháp nghiên cứu**

Mô đun xử lý tín hiệu đo là một thiết bị đo đại lượng vật lý – tín hiệu không điện và biến đổi nó thành các tín hiệu điện tương đương dạng tương tự hoặc số. Vì vậy, các mô đun tính toán, thiết kế và mô phỏng trên phần mềm máy tính Matlab.

Các mô đun được chế tạo tại phòng thí nghiệm, được hiệu chỉnh theo tín hiệu chuẩn công nghiệp 5V. Tín hiệu này có thể tương thích với một số bộ vi điều khiển như 8051, AVR, PIC, PSoC hay bộ điều khiển khả lập trình PLC.

**3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

**3.1. Mô đun xử lý tín hiệu đo nhiệt độ**

PT100 được coi khá tuyến tính theo nhiệt độ. Tuy nhiên, để có tín hiệu (điện áp)

đưa lên hệ thống giám sát và điều khiển ta phải tìm được mối quan hệ giữa điện áp đầu ra và nhiệt độ. Thông thường để cho đơn giản người ta đưa mối quan hệ này về quan hệ tuyến tính. Trong thực tế có rất nhiều phương pháp để thực hiện việc này. Nghiên cứu này sử dụng phương pháp tạo nguồn dòng, nguồn dòng được tạo bởi IC LM334. Trong hệ thống, cần tạo nguồn dòng có trị số 1 mA, được tính toán như sau:

Theo sơ đồ ta có:

$$I_{set} = I1 + I2 + I_{bias}$$

$$\text{Với: } I1 = \frac{VR}{R6} \text{ và } I2 = \frac{VR + Vd}{R7}$$

$I_{bias}$  tính theo phần trăm so với  $I_{set}$ .

$$n = \frac{I_{set}}{I_{bias}} = 14 \text{ nếu cần tạo } I_{set} \text{ trong khoảng}$$

$$1 \text{ mA} \rightarrow 5 \text{ mA} \text{ và } n = \frac{I_{set}}{I_{bias}} = 18 \text{ nếu cần}$$

tạo  $I_{set}$  trong khoảng 2  $\mu\text{A} \rightarrow 1 \text{ mA}$ .

Ở nhiệt độ môi trường khoảng 30°C thì  $VR = 65 \text{ mV}$ . Nếu tính đến ảnh hưởng của dòng điện  $I_{bias}$  thì điện áp  $VR$  thực sự là:

$$VR = 65\text{mV} + \frac{1}{n-1} \cdot 65\text{mV} = 70\text{mV} \text{ với } n = 14$$

Giả thiết chọn  $R7 = 10R6$  và điện áp rơi trên diode là 0,65V:

$$I_{set} = \frac{VR}{R6} + \frac{VR + Vd}{R7} = \frac{70\text{mV}}{R6} + \frac{70\text{mV} + 0,65\text{V}}{10R6} = \frac{0,142\text{V}}{R6}$$

Chọn  $R6 = 133 \Omega$ , suy ra  $I_{set} = 1,067 \text{ mA}$  (sai số 6,7%)

Khi chế tạo mạch thực tế, tác giả đã đo được dòng  $I_{set} = 0,996\text{mA}$ .

Module xử lý tín hiệu đo thực hiện hai chức năng là khuếch đại và hiệu chỉnh để tạo ra điện áp là 0V khi đo ở 0°C (Hình 2). Xét mạch trên ta thấy: Các khuếch đại thuật toán ta sử dụng loại OP07 là loại OA có offset thấp. Đồng thời OA cũng đóng vai trò là các bộ đệm điện áp lý tưởng, có trở kháng vào rất lớn và trở kháng ra rất nhỏ, không để các đầu vào ảnh hưởng lẫn nhau. Các tụ điện có tác dụng chống nhiễu và ổn định nguồn nuôi cho mạch.

Điện áp trên chân của PT100 được đưa qua khối khuếch đại  $U2$  có hệ số khuếch đại bằng:

$$A_1 = \frac{R14 + R13}{R13} = 11$$

Do đó tại 0°C, điện áp trên đầu ra của  $U2$  đo được là 2,161 V.

Để có điện áp 0V tại output của mô đun xử lý tín hiệu đo ứng với 0°C, điện áp bù (tại đầu ra của  $U1$ ) phải có giá trị tương ứng với từng giá trị trên.

$U3$  đóng vai trò là bộ cộng có khuếch đại. Xét trường hợp nó tuyến tính, áp dụng phương pháp xếp chồng cho từng kích thích ngõ vào, ngắn mạch ngõ vào còn lại. Gọi  $V_{out1}$  là áp ngõ ra của  $U3$  ứng với ngõ vào đảo,  $V_{out2}$  là áp ngõ ra của  $U3$  ứng với ngõ vào không đảo. Hai thông số này được tính như sau:

$$V_{out1} = -\frac{R11}{R10} \cdot V_{U1}$$

$$V_{out2} = \frac{R16 \cdot (R10 + R11)}{R10 \cdot (R15 + R16)} \cdot V_{U2}$$

Như vậy điện áp tại đầu ra của  $U3$  là:

$$V_{out} = V_{out1} + V_{out2} = \frac{R16 \cdot (R10 + R11)}{R10 \cdot (R15 + R16)} \cdot V_{U2} - \frac{R11}{R10} \cdot V_{U1}$$

Chọn  $R10 = R15$ ,  $R11 = R16$  ta được:

$$V_{out} = \frac{R11}{R10} (V_{U2} - V_{U1}) = A_v (V_{U2} - V_{U1})$$

Như vậy, khi nhiệt độ thay đổi 1°C thì điện áp tại đầu ra output thay đổi như sau:

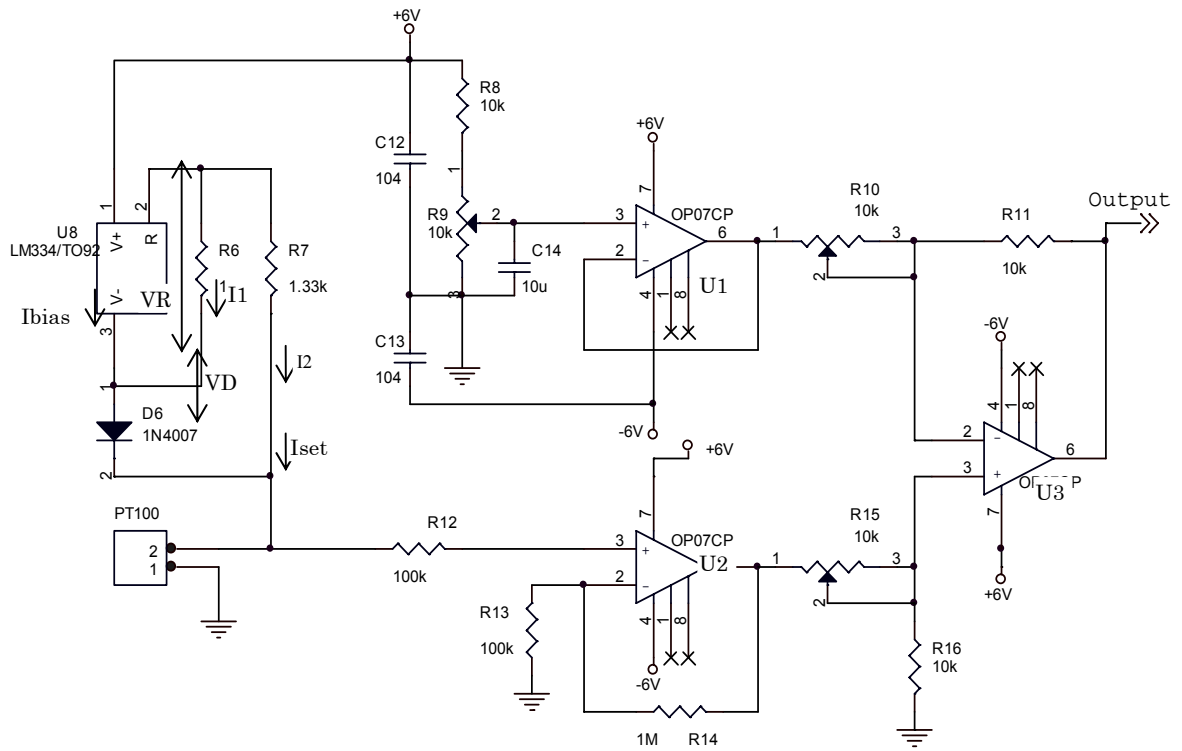
$$\Delta U = A_v \cdot A_1 \cdot R_0 \cdot \alpha \cdot I_{set}$$

Phạm vi nhiệt độ được đo trong nhà lưới từ 0°C đến 100°C tương ứng điện áp đầu ra của mô đun xử lý tín hiệu đo nhiệt độ từ 0V đến 5V. Lúc đó  $A_v$  được tính như sau:

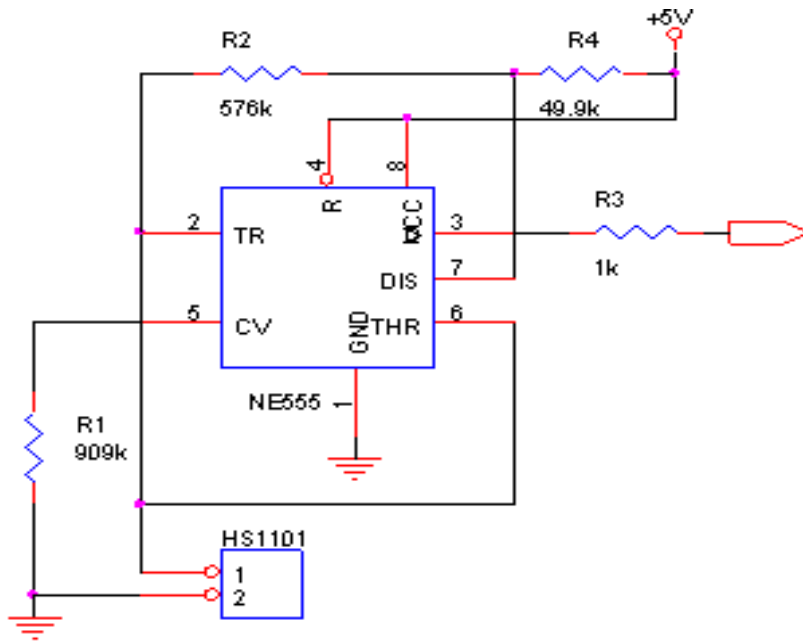
$$A_v = \frac{5}{100 \cdot A_1 \cdot R_0 \cdot \alpha \cdot I_{set}}$$

Ở đây:  $R_0$  - điện trở của cảm biến tại 0°C,  $R_0 = 197,25\Omega$ ,  $\alpha = 0,00478$  là hệ số của PT100.

Vậy  $A_v = 4,84$ .



Hình 2. Mô đun xử lý tín hiệu đo nhiệt độ



Hình 3. Mạch tạo dao động

### 3.2. Module xử lý tín hiệu đo độ ẩm

HS1101 là linh kiện có điện dung thay đổi theo độ ẩm. Điện dung thay đổi này sẽ được chuyển hoá thành tín hiệu điện có thể đo được trực tiếp như điện áp. Như vậy ta phải có bộ biến đổi điện dung thành điện áp. Trong bộ này bao hàm mạch tạo dao động có tần số thay đổi phụ thuộc vào sự thay đổi của điện dung cảm biến (Nguyễn Văn Linh, 2008). Sơ đồ mạch tạo dao động như hình 3.

Mạch đo được thiết kế dựa trên hai thiết bị cơ bản: Cảm biến HS1101 và timer NE555 tạo thành bộ biến đổi điện dung – tần số. HS1101 được nối tới chân TRIG và THRES của NE555.

Tụ điện tương đương HS1101 được nạp qua R2 và R4 tới điện áp ngưỡng (khoảng 0,67 Vcc) và được phóng qua R2, qua chân 7 về âm nguồn tới mức lật (khoảng 0,33 Vcc). Đầu ra của NE555 là một chuỗi xung với mức cao 5V và mức thấp 0V. Như vậy tín hiệu ra phụ thuộc R2, R4 và điện dung của HS1101. Các thông số điện trở được cho theo hình 3.

Bộ biến đổi điện dung thành điện áp có sơ đồ khối như hình 4.

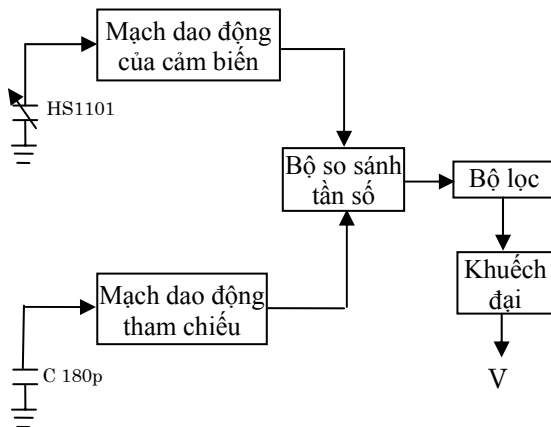
Trong sơ đồ này, có mạch dao động tham chiếu với tần số cố định và mạch dao động

cảm biến với tần số thay đổi theo độ ẩm tương đối. Tín hiệu đầu ra từ các mạch dao động được so sánh với nhau bởi bộ so sánh tần số. Tín hiệu ra của bộ so sánh được đưa vào bộ lọc trước khi được khuếch đại thành điện áp một chiều đầu ra. Sơ đồ mạch bộ biến đổi điện dung - điện áp chi tiết được biểu diễn trong hình 6.

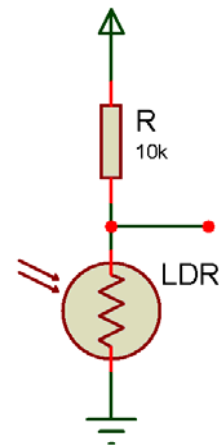
Trong sơ đồ này, hai timer CMOS555 để tạo xung dao động được sử dụng. Một vòng lặp khoá tần số được coi như bộ phát hiện sự sai khác tần số.

Bộ dao động tham chiếu tạo ra xung có tần số cố định 6,7 kHz, trong khi đó bộ dao động cảm biến có xung đầu ra với tần số dao động trong khoảng từ 6,0 ÷ 7,5 kHz. Khi tần số xung dao động của cảm biến sai khác so với tần số tham chiếu, khối lặp khoá tần số tạo ra một chuỗi xung có độ rộng thay đổi theo sự sai khác về tần số. Nếu hai tần số này giống nhau, không có chuỗi xung nào được tạo ra.

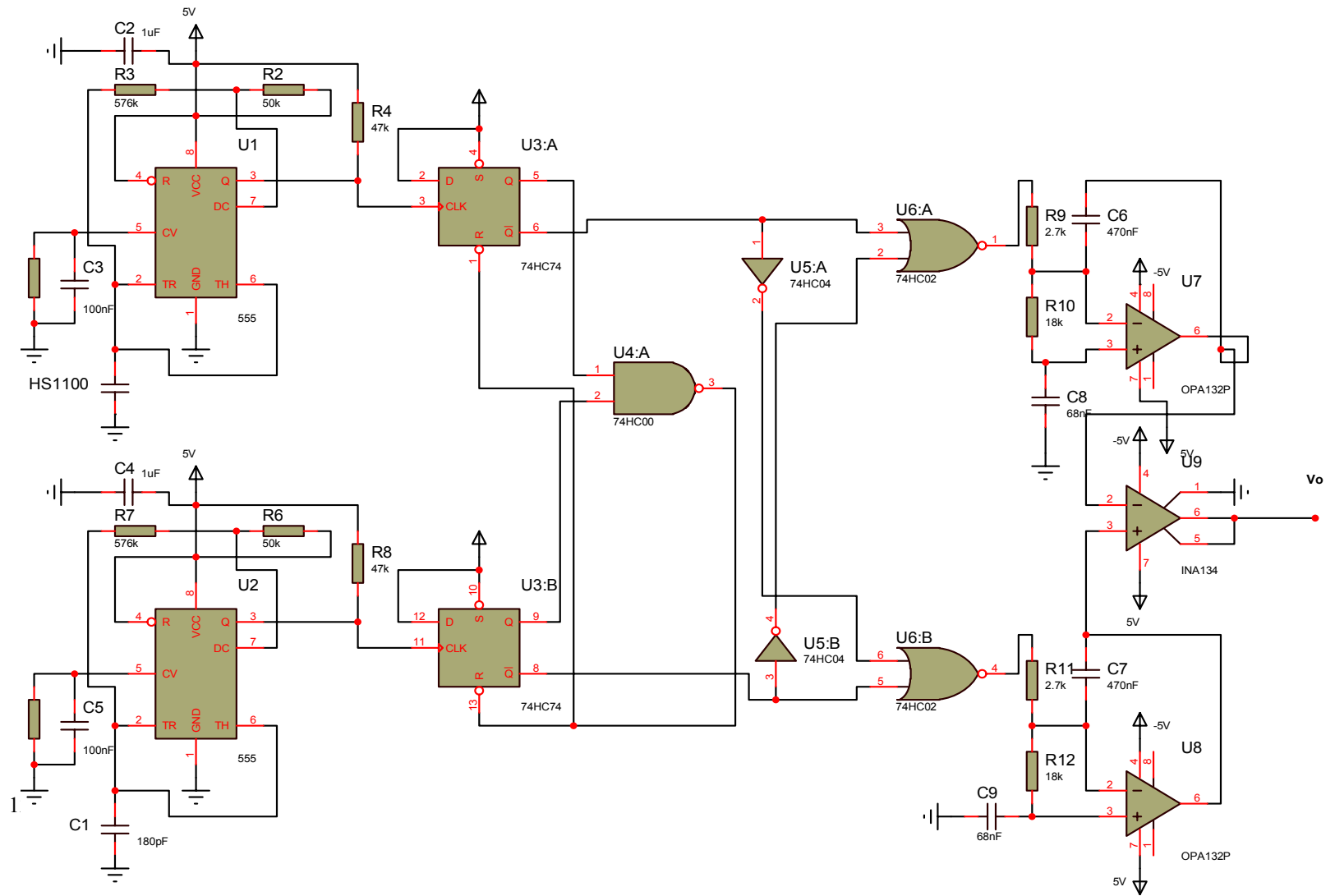
Chuỗi xung sau đó được đưa qua bộ lọc bậc hai có chức năng giống bộ tích phân. Bộ tích phân này tạo ra điện áp một chiều có trị số tỷ lệ với độ rộng xung. Khối khuếch đại thuật toán sẽ khuếch đại trị số này lên đủ lớn để có thể đo được.



Hình 4. Bộ chuyển đổi điện dung – điện áp



Hình 5. Mạch đo cường độ ánh sáng



Hình 6. Sơ đồ mạch bộ biến đổi điện dung – điện áp dùng trong module xử lý tín hiệu đo độ ẩm

### 3.3. Mô đun xử lý tín hiệu đo cường độ ánh sáng

Mô đun xử lý tín hiệu đo cường độ ánh sáng gồm một quang trở mắc nối tiếp với một điện trở (Hình 5). Điện áp tại điểm giữa sẽ phụ thuộc vào cường độ ánh sáng. Điện trở của LDR có thể đạt 10 kΩ trong môi trường tối hoàn toàn, và đạt 10 0Ω trong môi trường sáng hoàn toàn (Anuj Kamar, và cs., 2010).

Vì LDR mắc nối tiếp với một điện trở 10 kΩ nên điện áp đầu ra sẽ giảm khi tăng cường độ ánh sáng. Mối quan hệ giữa điện trở  $R_L$  của LDR và cường độ ánh sáng được cho theo (Anuj Kamar, và cs., 2010).

$$R_L = \frac{500}{Lux} k\Omega$$

Khi đó điện áp đầu ra của LDR là:

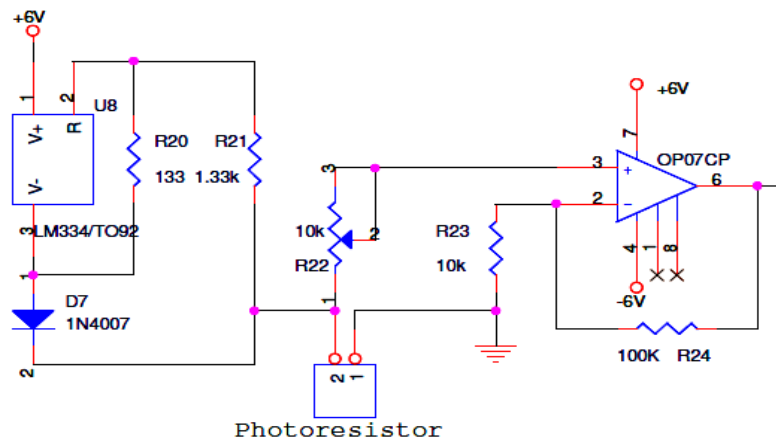
$$V_o = \frac{5R_L}{(R_L + 10)}$$

Đây là một hàm phi tuyến giữa điện áp và điện trở của LDR.

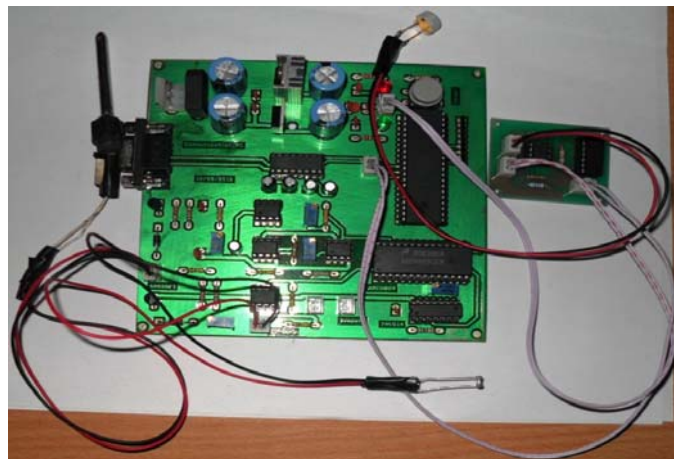
Để tạo được tín hiệu điện áp đầu ra trên LDR, nghiên cứu này sử dụng một mạch tạo nguồn dòng và nguồn dòng này được sử dụng để nuôi LDR (Hình 7).

Nguồn dòng được tính toán tương tự như trong tính toán cho cảm biến đo nhiệt độ. Tín hiệu từ đầu ra của LDR được đưa qua bộ khuếch đại. Dễ dàng tính được hệ số khuếch đại ở đây là:  $A = 11$

Sản phẩm chế tạo được thể hiện trên Hình 8.



Hình 7. Mô đun xử lý tín hiệu đo cường độ ánh sáng



Hình 8. Mô đun xử lý tín hiệu đo



### 3.4. Kết quả khảo nghiệm

#### 3.4.1. Xử lý tín hiệu đo nhiệt độ

Thí nghiệm tiến hành đo nhiệt độ trong phạm vi từ 20°C tới 70°C, thu thập tín hiệu điện áp đầu ra tương ứng (Bảng 1).

Từ bảng số liệu thu được, ta có quan hệ giữa điện áp đầu ra và nhiệt độ đo (Hình 9).

#### 3.4.2. Xử lý tín hiệu đo độ ẩm

Việc khảo sát độ ẩm được tiến hành với phạm vi độ ẩm tương đối từ 30% đến 100%. Điện áp đầu ra của mô đun khảo sát được cho ở bảng 2. Quan hệ giữa điện áp đầu ra và độ ẩm tương đối được thể hiện theo hình 10.

#### 3.4.3. Xử lý tín hiệu đo cường độ ánh sáng

Phạm vi ánh sáng được đo trong thí nghiệm này biến thiên từ 10.000 Lux đến 80.000 Lux. Điện áp đầu ra tương ứng đo được

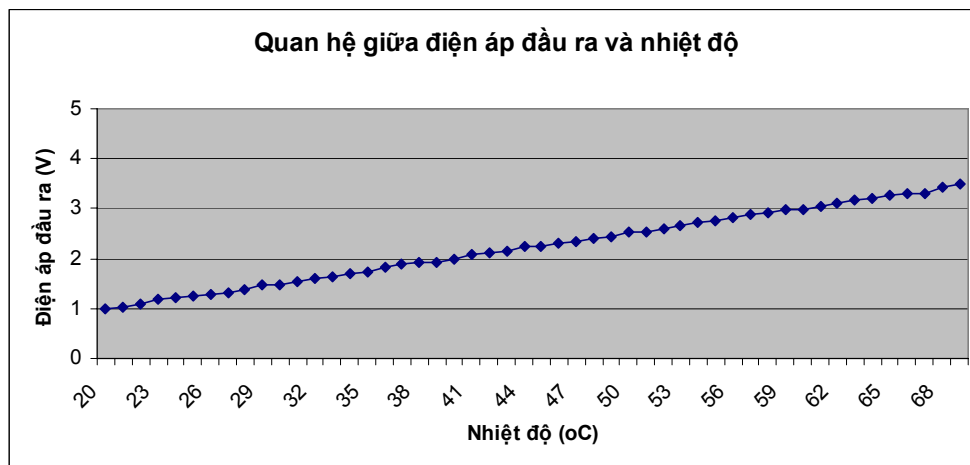
trình bày ở bảng 3.

Xây dựng quan hệ giữa điện áp và cường độ ánh sáng tương đương như hình 11.

Từ các đồ thị biểu diễn các quan hệ giữa điện áp đầu ra của mô đun xử lý tín hiệu đo và các thông số môi trường như nhiệt độ, độ ẩm và cường độ ánh sáng ta nhận thấy các quan hệ giữa điện áp đầu ra và nhiệt độ, độ ẩm là quan hệ gần tuyến tính, trong điều khiển nhà lưới có thể chấp nhận các quan hệ này là tuyến tính. Trong khi đó, quan hệ giữa điện áp đầu ra và cường độ ánh sáng là quan hệ phi tuyến, tuy nhiên từ vùng 10.000 Lux đến 20.000 Lux và từ vùng 30.000 Lux trở đi quan hệ này có thể coi gần tuyến tính. Do đó, trong hệ thống điều khiển nhà lưới sẽ lấy hai quan hệ tuyến tính này tùy thuộc vào cường độ ánh sáng đo được nằm trong vùng nào.

**Bảng 1. Điện áp đầu ra tương đương với nhiệt độ khảo sát**

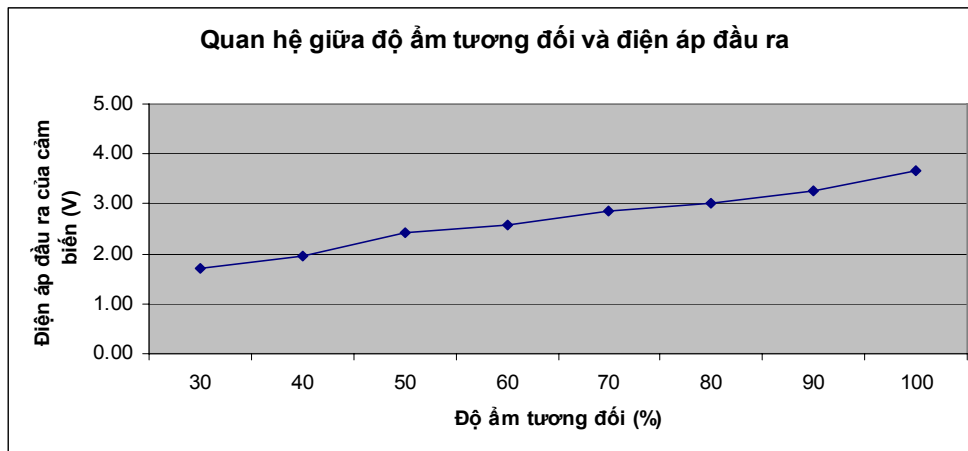
t°C	V <sub>o</sub> (V)	t°C	V <sub>o</sub> (V)	t°C	V <sub>o</sub> (V)	t°C	V <sub>o</sub> (V)	t°C	V <sub>o</sub> (V)
20	0,98	30	1,49	40	1,99	50	2,52	60	2,99
21	1,01	31	1,54	41	2,09	51	2,53	61	3,06
22	1,08	32	1,61	42	2,13	52	2,61	62	3,12
23	1,20	33	1,62	43	2,15	53	2,65	63	3,18
24	1,21	34	1,70	44	2,25	54	2,71	64	3,19
25	1,25	35	1,73	45	2,25	55	2,77	65	3,28
26	1,29	36	1,82	46	2,32	56	2,82	66	3,30
27	1,33	37	1,88	47	2,34	57	2,88	67	3,31
28	1,39	38	1,91	48	2,40	58	2,91	68	3,42
29	1,47	39	1,92	49	2,44	59	2,97	69	3,49



**Hình 9. Quan hệ giữa điện áp đầu ra và nhiệt độ**

**Bảng 2. Điện áp đầu ra tương đương với độ ẩm khảo sát**

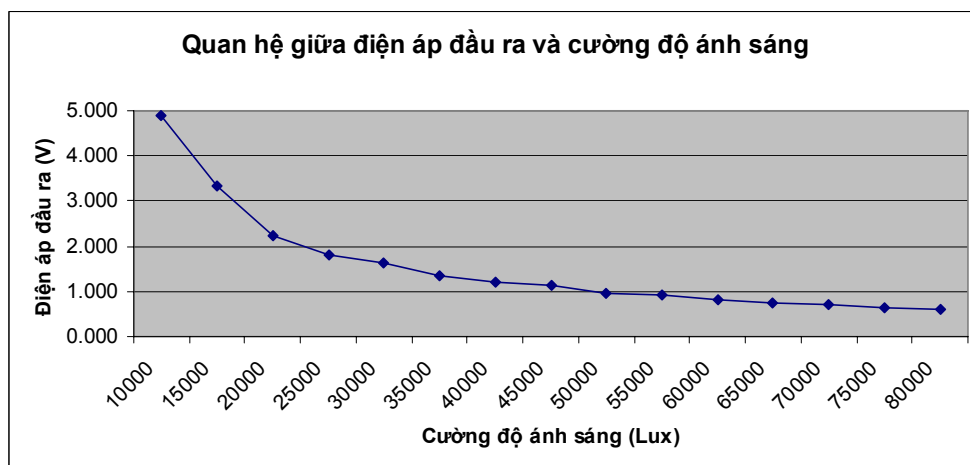
Độ ẩm tương đối (%)	30	40	50	60	70	80	90	100
Điện áp đầu ra (V)	1,70	1,95	2,41	2,58	2,87	3,01	3,25	3,66



**Hình 10. Quan hệ giữa điện áp và độ ẩm tương đối**

**Bảng 3. Điện áp đầu ra tương ứng với ánh sáng khảo sát**

Cường độ ánh sáng (Lux)	Điện áp đầu ra (mV)	Cường độ ánh sáng (Lux)	Điện áp đầu ra (mV)
10000	544	50000	108
15000	370	55000	101
20000	250	60000	89
25000	202	65000	81
30000	180	70000	79
35000	150	75000	72
40000	132	80000	67
45000	126		



**Hình 11. Quan hệ giữa điện áp và cường độ ánh sáng**

#### 4. KẾT LUẬN

Các mô đun xử lý tín hiệu đo nhập khẩu đo các tham số môi trường như nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng có giá thành khá cao nếu xét trong điều kiện của các nhà vườn Việt Nam. Việc nghiên cứu các mô đun xử lý tín hiệu đo các thông số này trong môi trường nhà lưới, sử dụng cho quá trình trồng rau, có ý nghĩa rất lớn trên thực tế. Các mô đun chế tạo được khá đơn giản, dễ sử dụng, đặc biệt có giá thành khá thấp so với thiết bị nhập khẩu với cùng tính năng đo. Mặc dù về chất lượng, các sản phẩm này chưa tốt bằng các thiết bị trong công nghiệp, nhưng có thể chấp nhận được khi giám sát các tham số môi trường trồng rau. Nghiên cứu sử dụng PT100, HS1101 và quang trở trong chế tạo các mô đun xử lý tín hiệu đo nhiệt độ, độ ẩm tương đối và ánh sáng với phạm vi đo tương ứng từ 10°C - 90°C, 30% đến 100% và 10.000 lux đến 80.000 lux.

Các mô đun xử lý tín hiệu đo là công cụ quan trọng giúp các nhà vườn theo dõi được môi trường trồng rau và đưa ra được các quyết định điều khiển môi trường này một cách phù hợp. Đặc biệt hơn nữa, các mô đun này có vai trò quan trọng trong các hệ thống tự động điều khiển môi trường nhà lưới, phục vụ trồng rau an toàn.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Istvan Matijevics, Simon Janos (2005). Control of the greenhouse's microclimatic condition using wireless sensor network, University of Szeged, Institute of Informatics, p. 35-38.
- John S. (1999). Developing a greenhouse control specification, <http://www.arguscontrols.com>, cited 02/10/2010.
- Hiromi Eguchi, Mashahani Kitano, Tsuyoshi Matsui (1984). Direct digital control of air humidity for plant research, *Biotronics* 13, 29 – 38.
- Carrara M., Catania P., Pipitone F., Vallone M. (2008). Greenhouse climate control using wireless sensors, International conference: Innovation Technology to Empower safety, health and welfare in Agriculture and Agro-food systems, Italy.
- Anuj Kamar, Abhishek Singh, I.P. Singh, S.K. Sud (2010). Prototype greenhouse environment monitoring system, Proceeding of the International Multiconference of Engineers and Computer Scientists 2010 Vol II, IMECS 2010, Hong Kong.
- Teemu Ahonen, Reino Virranko ski, Mohammed Elmusrati (2009). Greenhouse monitoring with wireless sensor network, Department of Computer science, University of Vaasa, Telecommunication Engineering Group, 2009.
- Izzatdin Abdul Aziz, Mohd Hilmi Hasan, Mohd Jimmy Ismail Mazlina Mohd, Nazleeni Samih Haron (2008). Remote monitoring in agricultural greenhouse using wireless sensor and short message service, *International Journal of Engineering and Technology* IJET Vol:9 No: 9, p. 1-12.
- E.J. van Heten (2005). Sensors for process control in greenhouse crop production, Farm Technology Group, University of Wageningen.
- Nguyễn Văn Linh (2008). Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo thiết bị đo độ ẩm không khí trong hệ thống sấy nông sản dạng hạt, *Tạp chí Khoa học và Phát triển*, Số 5, Tập VI, tr. 451-459.