

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO KIT CẢM BIẾN GHEP VỚI NI DAQ PCI 6024E

Đinh Sỹ Hiền, Lê Hữu Phúc, Lương Quốc Dũng

Khoa Vật lý, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Tp. HCM

(Bài nhận ngày 27 tháng 7 năm 2004, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 17 tháng 11 năm 2004)

TÓM TẮT: Bài báo này mô tả KIT cảm biến bao gồm: cảm biến sức căng, các loại cảm biến nhiệt độ, các loại cảm biến quang học, Cảm biến Hall tạo thành thiết bị xách tay với 12 kênh ra tương tự có thể làm việc trong hai chế độ bằng tay và tự động. Trong chế độ bằng tay lối ra của các kênh đo được nối với milivôn kế hiện số (ICL7107). Trong chế độ tự động các kênh ra của KIT cảm biến được ghép với bộ thu nhận số liệu NI DAQ 6024E làm việc trong môi trường LabVIEW để thu nhận, xử lý và chỉ thị dữ liệu một cách tự động.

Công trình được thực hiện tại Bộ môn Điện tử - Viễn thông, Khoa Vật lý, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG Tp. HCM.

Công trình được thực hiện trong khuôn khổ của đề tài nghiên cứu trọng điểm ĐHQG Tp. HCM, No B2003-18-27TD.

I. MỞ ĐẦU

Số lượng cảm biến có thể tìm thấy trên thị trường hiện nay là khổng lồ. Trong bài báo này một số nhỏ cảm biến được khảo sát dùng để minh họa. Theo ý nghĩa này, phần trình bày của báo cáo có thể được xem như giới thiệu thực tế đối với lĩnh vực rộng, lý thú về các bộ cảm biến và tự động hoá các thí nghiệm vật lý. KIT cảm biến bao gồm: cảm biến nhiệt độ (thermistor, cặp nhiệt điện, IC LM335); cảm biến quang học (quang trở, điốt quang, transistor quang, hồng ngoại); cảm biến Hall; cảm biến sức căng. Lối ra của các cảm biến được kiểm tra bằng đồng hồ số dựa trên vi mạch ICL7107, đồng thời các lối ra này cũng được nối tới mạch thu nhận số liệu NI DAQ 6024E làm việc trong môi trường LabVIEW để thu nhận, xử lý và chỉ thị dữ liệu một cách tự động. Mục đích của công trình này là:

- Sử dụng khuếch đại thuật toán TL084 để tạo giao diện tương tự giữa các bộ cảm biến thông dụng về nhiệt độ, sức căng, cảm biến quang, cảm biến Hall để ghép với hệ thống thu nhận nhiều kênh chuẩn (DAQ).
- Ghép các bộ cảm biến với DAQ để tự động hoá việc thu nhận dữ liệu nhằm mô phỏng các quá trình thực trong công nghiệp hiện nay.
- Sử dụng công cụ phát triển phần mềm LabVIEW là phần mềm đồ họa rất thân thiện với người sử dụng hiện nay [1] để viết trình điều khiển cho toàn bộ hệ thống.

II. NGUYÊN TẮC HOẠT ĐỘNG

Sơ đồ khối của hệ thống bao gồm KIT cảm biến và DAQ được trình bày trên hình 1. KIT cảm biến bao gồm các mạch: cảm biến sức căng; cảm biến nhiệt độ; cảm biến quang; cảm biến Hall được nuôi bằng nguồn xoay chiều 220 V qua bộ biến đổi AC-DC. Các lối ra của những mạch cảm biến được nối với lối vào DAQ NI PCI 6024E. DAQ NI PCI 6024E được cắm vào slot PCI của máy tính PC.

1. KIT cảm biến

1.1 Cảm biến nhiệt độ

Cảm biến thermistor

Thermistor là điện trở được làm bằng vật liệu bán dẫn. Thermistor nhạy với nhiệt độ hơn nhiều so với cảm biến platin nhưng có độ tuyến tính tồi và tạp âm lớn. Mặc dù vậy, trong những năm gần đây các bộ cảm biến điện trở Si đã được chế tạo. Cảm biến điện trở TSF 102 của hãng Texas Instruments có điện trở 490 Ω tại nhiệt độ -55°C và 1990 Ω tại nhiệt độ 125°C . Hãng Siemens cũng đề nghị một số phiên bản tương tự KTY10, KTY12, KTY13. Đặc biệt gần đây cảm biến điện trở M87

của Siemens có dải nhiệt độ rộng từ -55°C đến 300°C .

Mạch ổn nhiệt sử dụng LM335

Trong KIT cảm biến để chuẩn nhiệt độ một mạch ổn nhiệt đã được thiết kế. Dải nhiệt độ được ổn định là 30°C , 35°C , 40°C , 45°C , 50°C , 55°C .

Cặp nhiệt điện

Hai kim loại khác loại được hàn với nhau tạo nên một thể nhỏ phụ thuộc vào nhiệt độ. Thí dụ, kết hợp dây đồng và dây constant tạo nên $40 \mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$. Trong nhiều ứng dụng thực tế, một cặp các tiếp xúc được chế tạo.

Các cặp nhiệt điện có đặc tính điện như nguồn thế trở kháng thấp. Vì độ nhạy của chúng nhỏ nên cần các bộ khuếch đại với hệ số trôi nhiệt thấp. Nhiệt độ của tiếp xúc nguội, nếu cần chính xác, có thể được bổ chính bằng phương pháp điện, sử dụng một cảm biến thích hợp để đo nhiệt độ của nó.

Cặp nhiệt điện trong thí nghiệm này là loại Cr – Ni với hệ số Seebeck là $40.28 \mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$.

1.2 Cảm biến quang

Ánh sáng nhìn thấy

Các bộ cảm biến ánh sáng thông dụng nhất sử dụng hiệu ứng quang dẫn hay hiệu ứng phát quang. Những hiệu ứng này dẫn tới từ sự kích thích của điện tử bằng các photon tới từ vùng hoá trị vào vùng dẫn hoặc vùng tự do trong chất rắn.

Các linh kiện quang dẫn như điện trở CdS được chế tạo từ khối đơn tinh thể và thay đổi điện trở của chúng với số các photon tới một cách tương đối tuyến tính. Đặc trưng phổ phủ vùng nhìn thấy, và có các đỉnh tại 600 nm.

Photodiode có tính chất như các linh kiện quang dẫn khi được phân cực ngược. Các photon va chạm lên vùng tiếp xúc tạo nên những phần tử mang điện tự do và trở ngược của diôt bị giảm tỷ lệ với số các điện tử được giải phóng. Vì phân cực ngược cho nên vùng nghèo là tương đối rộng và dung kháng nhỏ. Do đó nếu đặc trưng nhanh được yêu cầu, thì photodiode được sử dụng tốt nhất với phân cực ngược.

Với photodiode và transistor silic, đặc trưng phủ trong vùng nhìn thấy và các đỉnh là 900 nm. Độ nhạy phổ của linh kiện này thường được cho trong các tài liệu hướng dẫn.

Photodiode cũng có tính chất như các linh kiện quang điện. Tiếp xúc p-n thiết lập một điện trường dịch chuyển các cặp lỗ trống đi. Nếu thế anode – cathode được giữ tại thế zêrô, thì dòng được phát ra phụ thuộc tuyến tính vào cường độ ánh sáng.

Phototransistor có dòng base được điều khiển bằng cường độ của ánh sáng tới. Do đó dòng collector tỷ lệ với cường độ ánh sáng tới.

Cảm biến hồng ngoại

Các bộ cảm biến hồng ngoại cho phép phát hiện một đối tượng tại nhiệt độ khác với môi trường. Chúng có thể ghi nhận đối tượng tại một khoảng cách xa lên tới vài mét không cần tiếp xúc trực tiếp. Các bộ cảm biến nhiệt độ thông thường không có thể được áp dụng trong những hoàn cảnh như thế khi chúng đòi hỏi tiếp xúc trực tiếp với đối tượng cần đo.

Ngày nay các bộ cảm biến hồng ngoại được làm bằng vật liệu nhiệt điện thay đổi mômen lưỡng cực theo sự hấp thụ bức xạ hồng ngoại. Điều này làm giảm điện tích mặt ngoài của vật liệu. Tập trung tại điện cực, điện thế này có thể được dùng để phát ra một tín hiệu thế tỷ lệ với bức xạ hồng ngoại đập vào bộ cảm biến. Bề mặt của điện cực và hằng số điện môi cùng với nhau tạo nên một tụ. Có một số đơn tinh thể nhiệt điện như LiTaO_3 , LiNbO_3 , TGS.

Vật liệu thường được sử dụng là PVDF (polyvinylidendifluorid). Đây là một polymer (chất dẻo) với hiệu ứng nhiệt điện lớn đáng kể. Nó là rẻ và đơn giản trong sử dụng. Yếu điểm nhất của nó là không thể sử dụng được tại nhiệt độ cao trên 80°C .

Cảm biến sức căng

Trong thiết kế chế tạo máy và xây dựng, sức bền vật liệu đóng một vai trò hết sức quan trọng. Hiểu biết về sức bền vật liệu nhằm đánh giá các thành phần cơ học có thể mang tải trọng cần thiết mà chúng không bị biến dạng quá đáng hoặc hỏng. Phép đo chính xác thông số biến dạng là hướng quan trọng trong kỹ thuật đo vì nó thường gặp trong nhiều lĩnh vực của kỹ thuật và công nghệ đặc biệt trong phân tích sức căng thực nghiệm. Các dụng cụ đo biến dạng được chia thành một số loại tùy thuộc vào phương pháp chế tạo nhưng có hai loại cơ bản là dụng cụ đo dây và lá. Hai dụng cụ khác rất cơ bản gần đây là dụng cụ đo biến dạng bán dẫn và màng mỏng.

Dụng cụ đo biến dạng bán dẫn sử dụng tính chất áp điện của silic và germani. Ưu điểm của dụng cụ loại này là có hệ số dụng cụ cao, bền về hoá học và không có hiệu ứng trễ và đảo.

Trong những năm gần đây, dụng cụ đo độ biến dạng loại màng mỏng nhận được sự chú ý nhất định vì chúng có nhiều ưu điểm. Màng mỏng của các kim loại như nhôm, vàng, niken, platin v.v. được tạo nên trong một khung mong muốn bằng bốc hơi nhiệt của vật liệu trong chân không và giá này được gắn vào mẫu đàn hồi như các dụng cụ đo khác.

Cảm biến sức căng được gắn vào hộp cơ khí có núm vặn. Nếu quay ngược chiều kim đồng hồ tỷ số $\frac{\Delta R}{R}$ sẽ tăng và cùng chiều kim đồng hồ tỷ số này sẽ giảm.

Cảm biến Hall

Trong nhiều dụng cụ, các nhà thực nghiệm phải đụng chạm với nam châm, từ trường. Thí dụ, nam châm được sử dụng để dẫn và chuẩn chùm iôn trong máy gia tốc, nam châm công suất được áp dụng trong nghiên cứu phân hạch hạt nhân, nam châm cần cho khối phổ kế, dụng cụ cộng hưởng từ hạt nhân và nhiều dụng cụ dựa trên các kỹ thuật đo này. Gần đây, một lĩnh vực rộng và thú vị của khoa học là siêu dẫn thu hút sự chú ý của các nhà vật lý thực nghiệm có cơ hội thiết kế và chế tạo những từ trường rất mạnh có thể được sử dụng trong nhiều ngành công nghiệp. Hiển nhiên là phép đo chính xác từ trường trở nên ngày càng quan trọng. Vật liệu được dùng phổ biến để chế tạo đầu dò Hall bằng hỗn hợp Indium và Gallium (InSb, InAsP, GaAs). Cảm biến Hall là không nhạy với thay đổi của nhiệt độ và cho phép đo trong dải rất rộng của nhiệt độ. Đặc biệt, các phép đo tại nhiệt độ thấp là có thể.

Kết hợp với nam châm không đổi nhỏ, đầu dò Hall được dùng để làm các bộ cảm biến áp suất, vị trí và quay.

Hoạt động của đầu dò Hall đòi hỏi một dòng không đổi. Biểu thức thế ra Hall chỉ ra rằng thế ra sẽ tăng với dòng I. Mặc dù vậy dòng này có thể được tăng tới một giá trị nhất định: dòng cực đại cho phép phụ thuộc vào cách đóng gói của bộ cảm biến và nhiệt độ môi trường ở đó đầu dò được sử dụng.

Bộ đo từ trường sử dụng đầu dò Hall có thể được chuẩn bằng cách đặt bộ cảm biến vào từ trường B được biết chính xác và ghi đặc trưng của từ kế. Từ trường của các nam châm không đổi không thích hợp cho phép chuẩn do hiệu ứng giảm từ trường theo thời gian. Phép chuẩn tin cậy nhất có thể được thực hiện bằng sử dụng cuộn cảm Helmholtz được kích thích bằng dòng I không đổi. Tại vùng trung tâm tương đối rộng, từ trường đồng nhất $B = \mu I/nl$. Ở đây, I là dòng kích thích, μ là độ từ thẩm, n là số vòng cuộn dây, l là độ dài cuộn. Hạn chế của phương pháp này là từ trường B hạn chế trong 0.03 Vs/m^2 .

Đo và chỉ thị sử dụng ADC ICL 7107

Vôn kế hiện số sử dụng ADC hai độ dốc ICL7107 dùng để đo thế lối ra của các bộ biến đổi. Sơ đồ nguyên lý của vôn kế hiện số sử dụng LED bảy đoạn được trình bày trên hình 2. U12 (ICL7107) là ADC hai độ dốc với tụ tích phân C38 ($0.1\mu\text{F}$). Chiết áp R110 (10K) dùng để chỉnh zêrô và chuẩn thang đo, sơ đồ được chuẩn một số ứng với 1mV. Muốn kiểm tra vôn kế hiện số ta chỉ cần nối chân 37 của U12 với (+5V) và LED bảy đoạn khi đó chỉ thị số tám.

Nguồn nuôi

Nguồn nuôi là bộ biến đổi xoay chiều thành một chiều tạo ra các thế ($\pm 12V$, $\pm 5V$).

Toàn bộ KIT cảm biến được đặt trong cặp diplomat rất gọn nhẹ và linh động được trình bày trong hình 3.

2. DAQ NI PCI 6024E

Các thí nghiệm trên KIT cảm biến được mô tả trong công trình này sử dụng khối thu nhận đa năng NI DAQ PCI 6024E. Khối này được cắm vào slot PCI của máy tính cá nhân. NI DAQ PCI 6024E có cấu trúc chuẩn cho loại dụng cụ thu nhận số liệu đa kênh.

NI PCI 6024E là dụng cụ thu nhận dữ liệu 12 bit, giá thành thấp có các đặc trưng kỹ thuật cơ bản sau [2,3]: 200 kS/s, khả năng phân giải 12 bit; 16 lối vào tương tự; Hai lối ra tương tự (DAC 12 bit); Loại ADC: gần đúng liên tiếp; Phần mềm ứng dụng NI: LabVIEW [4,5]; Môi trường: Windows 2000/NT/Me/9x*.

Sơ đồ khối phần cứng của PCI-6024E được trình bày trên hình 4.

III. KẾT LUẬN

Trong quá trình nghiên cứu và phát triển KIT cảm biến các tác giả đã tập trung vào việc thiết kế chế tạo mới những mạch biến đổi: nhiệt độ thành thế sử dụng các cảm biến (thermistor, IC LM335, cặp nhiệt điện); mạch biến đổi sức căng thành thế sử dụng cảm biến màng mỏng; mạch biến đổi ánh sáng thành thế sử dụng các loại cảm biến (quang trở, photodiode, phototransistor); mạch biến đổi ánh sáng hồng ngoại thành thế sử dụng diốt hồng ngoại; mạch biến đổi từ trường thành thế sử dụng cảm biến Hall. Thế ra của các mạch cảm biến được đo bằng vôn kế hiện số với thang đo cực đại 200 mV sử dụng ADC hai độ dốc loại ICL 7107 và chỉ thị bằng 5 LED bảy đoạn. Chỉ thị LED cho phép ta có thể biết được giá trị thế cần đo theo đơn vị mV, phân cực thế vào (nếu LED không sáng là thế dương và chỉ thị dấu trừ là thế âm).

Trong quá trình nghiên cứu chế tạo KIT cảm biến việc chuẩn các mạch biến đổi như nhiệt độ, ánh sáng, từ trường gặp khá nhiều khó khăn do thiếu thiết bị chuẩn. Các tác giả đã sử dụng chuẩn cấp hai để chuẩn thang nhiệt độ, từ trường tức là so sánh kết quả đo được bằng thiết bị đo mới chế tạo với các thiết bị đã được chuẩn [6].

Ghép KIT cảm biến với DAQ NI PCI 6024E và viết trình điều khiển cho hệ thống dựa trên công cụ phát triển phần mềm LabVIEW phiên bản 5.1 RT lần đầu tiên đã được thực hiện tại Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG Tp. HCM. Nhờ hệ thống này ta có thể đo đồng thời và tự động nhiều kênh (cực đại 16 kênh) [6].

Công trình được thực hiện trong khuôn khổ của đề tài trọng điểm ĐHQG Tp. HCM No B2003-18-27TD.

DESIGN AND CONSTRUCTION OF SENSOR'S KIT LINKED TO NI DAQ PCI 6024E

Dinh Sy Hien, Le Huu Phuc, Luong Quoc Dung
Faculty of Physics, University of Natural Sciences, VNI-HCM

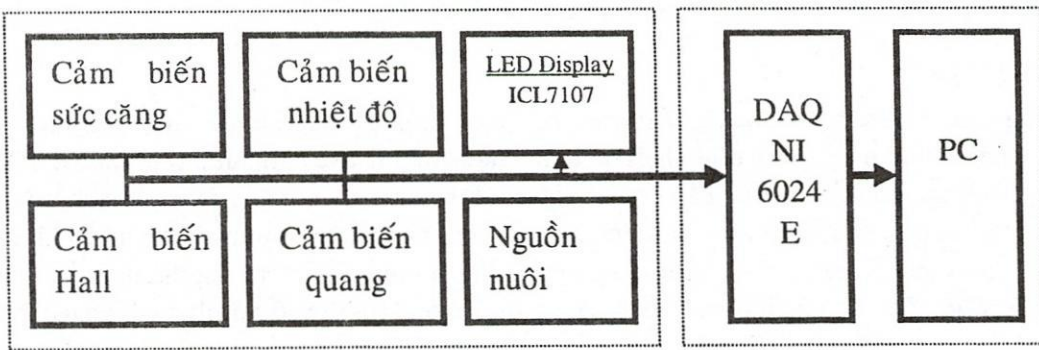
ABSTRACT: This paper describes operational principle and performance of sensor's KIT, including strain gauge, various types of temperature sensors, optic sensors, Hall sensor, which can be connected to NI DAQ PCI 6024E. There are two modes of operation of KIT: manual and automatics. In the manual mode, outputs of the KIT can be measured by milivoltmeter based on ICL7107. In the automatic mode, outputs of the KIT can be connected to NI DAQ PCI 6024E.

This work has been performed at Department of Electronics & Telecommunications, Faculty of Physics, University of Natural Sciences – Vietnam National University - Ho Chi Minh City.

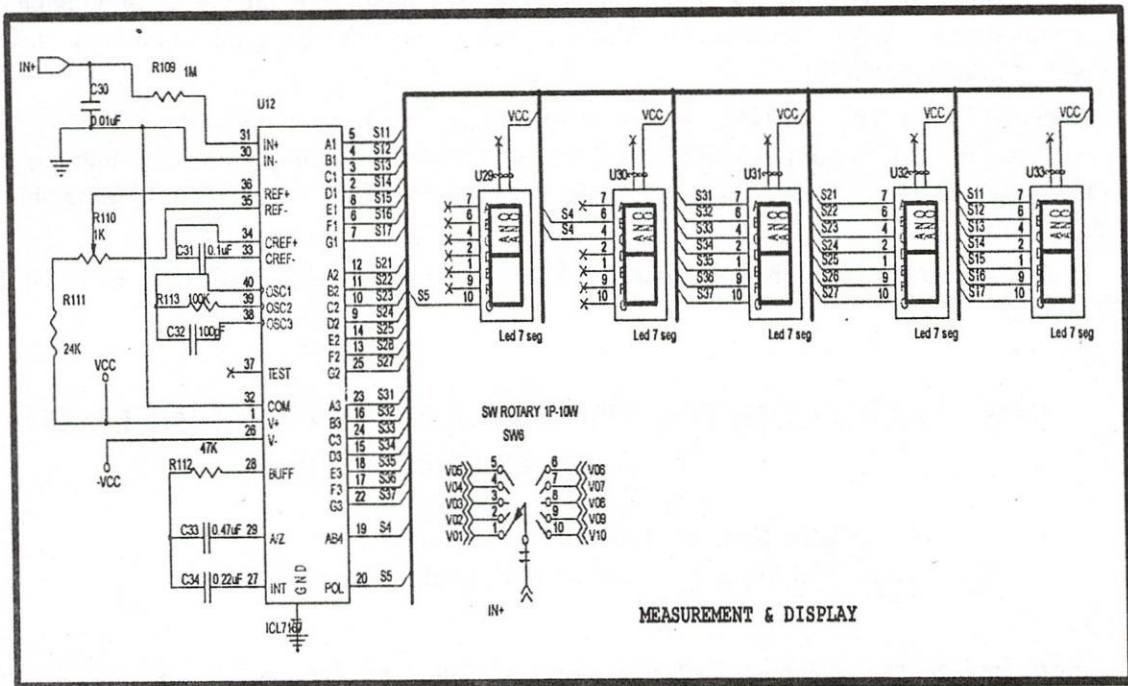
This work has been supported within framework of project of Vietnam National University - Ho Chi Minh City, No B2003-18-27TD.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

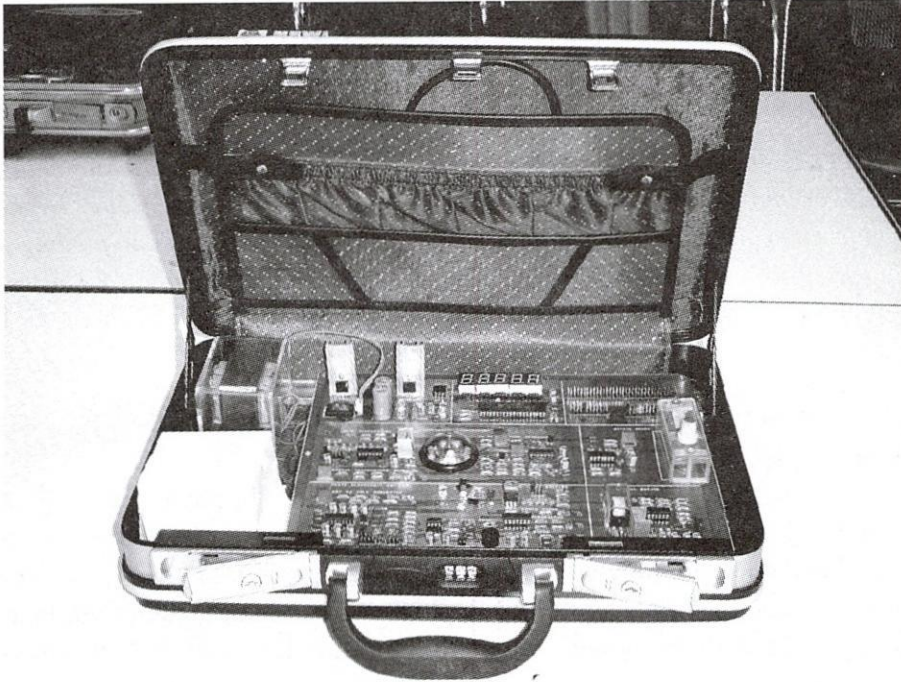
- [1]. Dương Minh Trí, *Cảm biến và ứng dụng*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2001.
- [2]. *The Measurement and Automation Catalog*, National Instruments, 2002.
- [3]. *DAQ PCI-6024E User Manual*, National Instruments, 1998.
- [4]. *LabVIEW User Manual*, National Instruments, 1998.
- [5]. *LabVIEW Data-Acquisition Basic Manual*, National Instruments, 1997.
- [6]. Đinh Sỹ Hiền, Báo cáo nghiệm thu đề tài nghiên cứu trọng điểm ĐHQG Tp. HCM, 2004.



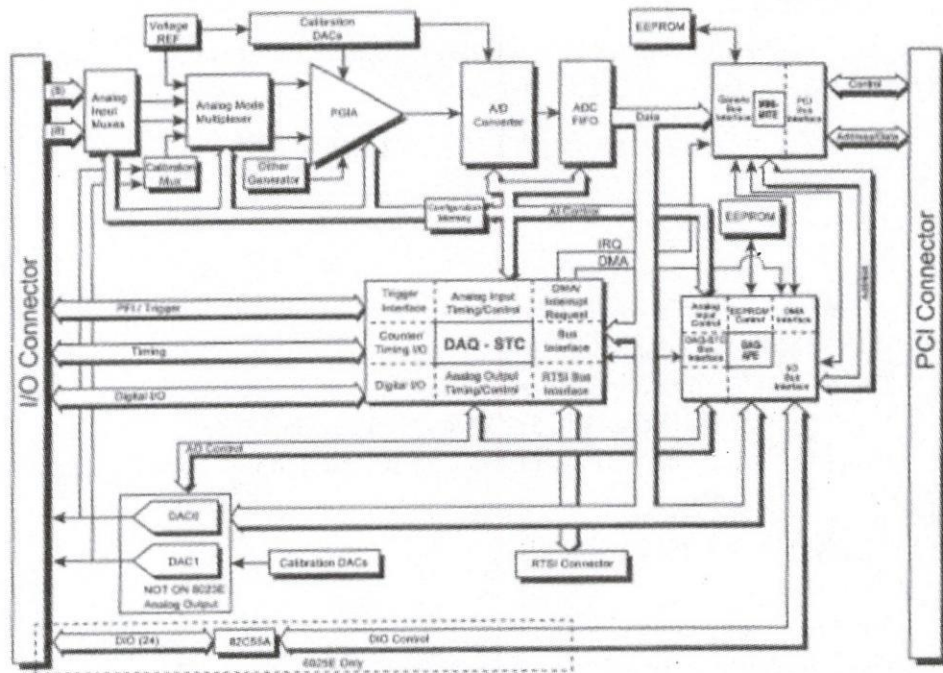
Hình 1. Sơ đồ khối của hệ thống KIT cảm biến và DAQ



Hình 2. Sơ đồ nguyên lý của vôn kế hiện số sử dụng ICL 7107



Hình 3. KIT cảm biến



Hình 4. Sơ đồ khối của DAQ PCI-6024E