

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT**

**BÁO CÁO HỌC THUẬT HỌC KỲ 2
NĂM HỌC 2020 – 2021**

**NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ CHẾ TẠO HỆ THỐNG ĐỊNH VỊ GNSS
CÓ ĐỘ CHÍNH XÁC CAO ỨNG DỤNG TRONG QUAN TRẮC
CHUYỂN DỊCH CÔNG TRÌNH THEO THỜI GIAN THỰC**

Người báo cáo: PGS.TS Phạm Công Khải

Đơn vị : Bộ môn Trắc địa mỏ

Khoa Trắc địa – Bản đồ và Quản lý đất đai

Hà Nội - 5/2021

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT**

**BÁO CÁO HỌC THUẬT HỌC KỲ 2
NĂM HỌC 2020 – 2021**

**NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ CHẾ TẠO HỆ THỐNG ĐỊNH VỊ GNSS
CÓ ĐỘ CHÍNH XÁC CAO ỨNG DỤNG TRONG QUAN TRẮC
CHUYỂN DỊCH CÔNG TRÌNH THEO THỜI GIAN THỰC**

Phòng KHCN

Bộ môn Trắc địa mỏ

Người báo cáo

PGS. TS Phạm Công Khải

Hà Nội - 5/2021

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU.....	1
1. Chức năng của bộ thu số liệu GNSS.....	2
2. Công nghệ phát triển bộ thu số liệu GNSS.....	3
3. Cấu tạo bộ thu GNSS Trimble BD970.....	6
4. Cấu tạo bộ thu số liệu GNSS cho trạm quan trắc.....	10
4.1. Module xử lý tín hiệu vệ tinh GNSS.....	10
4.2. Module thu nhận tín hiệu Max232.....	11
4.3. Module xử lý dữ liệu Arduino UNO R3.....	12
4.4. Module thời gian thực.....	13
4.5. Module lưu trữ và truyền dữ liệu về máy chủ Ethernet W5100.....	13
4.6. Module kết nối không dây Bluetooth.....	14
4.7. Màn hình hiển thị thông tin.....	15
5. Thiết kế mạch giải mã tín hiệu-hiển thị và cảnh báo.....	15
5.1. Phần mềm thiết kế bảng mạch Altium Designer.....	16
5.2. Phần mềm Vectric Aspire.....	17
5.3. Phần mềm Photoshop.....	19
5.4. In mạch điện tử.....	19
6. Thiết kế bo mạch giải mã tín hiệu-hiển thị và cảnh báo.....	23
7. Nghiên cứu thiết kế kết nối các bộ phận của bộ thu số liệu GNSS	24
KẾT LUẬN	27
DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	28

MỞ ĐẦU

Trong hệ thống trạm quan trắc chuyển dịch công trình theo thời gian thực dựa trên công nghệ GNSS thì bộ thu nhận số liệu (Receiver) là bộ phận quan trọng nhất. Nó nhận tín hiệu vệ tinh từ ăng ten truyền xuống sau đó giải mã thành các tín hiệu dưới dạng số và truyền về trung tâm xử lý số liệu. Thông thường các trạm quan trắc theo thời gian thực hoạt động liên tục tương tự như các trạm CORS, vì vậy bộ thu của trạm quan trắc cũng có tính năng tương đồng nhau, nhưng khác nhau về cấu trúc dữ liệu. Đối với trạm CORS, dữ liệu sau khi được bộ thu giải mã sẽ nhận được định dạng dữ liệu ở dạng RINEX, còn dữ liệu của trạm quan trắc sau khi qua bộ thu được giải mã có định dạng NMEA và đều được truyền về máy tính chủ, được lưu trữ thành các tệp tin có định dạng file nhất định.

Bộ thu số liệu của các trạm tham chiếu hoạt động liên tục (CORS) và cho các máy định vị vệ tinh đã được nhiều hãng trên thế giới chế tạo. Bộ thu số liệu GNSS cho trạm quan trắc thường do người sử dụng tự thiết kế phát triển để đáp ứng cho từng yêu cầu công việc cụ thể. Báo cáo này tập trung nghiên cứu cấu tạo bo mạch thu GNSS của hãng Trimble là các dòng họ bo mạch BD9xx như BD970, BD982. Trên cơ sở tính năng, công dụng, độ chính xác của các bo mạch thu GNSS này để tiến tới thiết kế phát triển bộ thu chuyên dụng cho trạm quan trắc chuyển dịch công trình theo thời gian thực.

1. Chức năng của bộ thu số liệu GNSS

Bộ thu số liệu GNSS (GNSS Receiver) là thiết bị cốt lõi trong định vị vệ tinh. Để làm trạm Base, trạm CORS, trạm quan trắc, đo đạc trên các phương tiện di động trong đo sâu, thi công công trình, bộ thu thường được thiết kế dạng module ăng ten rời. Chúng có vai trò thu nhận tín hiệu vệ tinh trong hệ thống vệ tinh định vị GNSS từ ăng ten rời truyền đến máy thu thông qua cáp chuyên dụng và giải mã tín hiệu từ vệ tinh nhìn thấy thành một vị trí trên trái đất. Số lượng vệ tinh có thể nhìn thấy phụ thuộc vào số lượng các hệ thống vệ tinh mà máy thu tương thích, chẳng hạn như GPS, Glonass, Galileo và Beidou. Máy thu nhận tín hiệu trong không gian được truyền bởi các vệ tinh trong hệ thống vệ tinh dẫn đường toàn cầu (GNSS) do ăng ten thu được, sau đó được giải mã thành tín hiệu số và truyền về máy tính chủ ở dưới các định dạng file khác nhau. Đối với bộ thu GNSS của trạm CORS thì tín hiệu số thường ở dạng tệp Rinex. Mặc dù thông tin được cung cấp bởi một bộ thu GNSS chung nhưng có thể được sử dụng cho nhiều ứng dụng, hầu hết chúng đều dựa vào giải pháp dẫn đường của bộ thu - tức là bộ thu đã tính toán vị trí, vận tốc và thời gian (Position, Velocity and Time - PVT).

Thông thường đối với các máy thu làm trạm CORS, trạm quan trắc thường sử dụng những bo mạch thu cao cấp, có độ chính xác và độ ổn định cao nhất, hoạt động bền bỉ, liên tục trong khoảng thời gian dài.

Hiện nay có nhiều hãng khác nhau trên thế giới chế tạo máy thu GNSS như hãng Trimble (Mỹ), Leica (Thụy Sĩ), Topcon, Pentax (Nhật Bản), South (Trung Quốc) v.v... Về hình thức máy thu thiết kế có khác nhau, nhưng chúng đều có nguyên lý hoạt động và một số thành phần giống nhau.

Để có thể thiết kế chế tạo máy thu GNSS cho trạm quan trắc, cần biết các thành phần máy thu của một số hãng trên thế giới đã sản xuất và cung cấp trên thị trường. Vì máy thu GNSS cho trạm quan trắc liên tục chuyển dịch công theo thời gian thực ở Việt Nam còn rất hạn chế và chưa được sử dụng nhiều. Hiện nay ở nước ta chủ yếu sử dụng máy thu làm trạm CORS. Vì các máy thu do các

hãng nước ngoài chế tạo nên họ rất bảo mật về công nghệ, chúng ta chỉ có thể biết được một số thành phần của bộ thu thông qua tìm hiểu thực tế các máy thu. Vì vậy việc nghiên cứu các thành phần của máy thu GNSS cho trạm CORS để thiết kế phát triển máy thu cho trạm quan trắc được đặt ra trong chuyên đề này.

2. Công nghệ phát triển bộ thu số liệu GNSS

Một trong những yếu tố quan trọng nhất trong thiết kế máy thu của hệ thống vệ tinh dẫn đường toàn cầu (GNSS Receiver) là xác định ứng dụng mà máy thu sẽ được sử dụng trong. Một máy thu GNSS được sử dụng để ứng dụng cho trạm CORS có các yêu cầu rất khác so với máy thu sử dụng trong đo đạc khảo sát. Mặc dù có nhiều phiên bản trong thiết kế bộ thu GNSS, nhưng tất cả các bộ thu đều phải thực hiện một số chức năng cơ bản nhất định. Các chức năng chính của máy thu GNSS bao gồm nhận tín hiệu tần số của các vệ tinh, khuếch đại và chuyển đổi từ kênh tương tự (Analog) sang kỹ thuật số và điều khiển tự động. Khi bộ thu GNSS được bật, một chuỗi hoạt động xảy ra sau đó thông tin tín hiệu GNSS được truy cập và sử dụng để cung cấp giải pháp cho người dùng. Sau khi đồng bộ hóa sóng tải, mã và dữ liệu đồng hồ, việc giải mã dữ liệu dẫn đường có thể được thực hiện để trích xuất thông tin dẫn đường được mã hóa vào sổ đo điện tử.

Hiện nay các bộ thu GNSS của Trimble đều được phát triển dựa trên những công nghệ cao cấp của hãng như Trimble 360, Trimble CenterPoint RTX, Trimble Xfill, kết nối không dây Bluetooth. Hiện nay Trimble phát triển nhiều loại bộ thu GNSS khác nhau. Hình 1 thể hiện một số bộ thu GNSS của một số hãng như Trimble (Mỹ), Leica (Thụy Sĩ), South (Trung Quốc).



a) Trimble

b) Leica

c) South

Hình 1. Một số bộ thu GNSS của một số hãng trên thế giới

Các bộ thu GNSS cao cấp của Trimble sử dụng các chip Maxwell, với các dòng sản phẩm bo mạch thu GNSS họ BD9xx, đây là một dòng chip tốt nhất của Trimble, thu được đến 440 kênh của các hệ thống vệ tinh GPS, GLONASS, Galileo, Beidou, QZSS, SBAS.

Do tính bảo mật về thông tin sản phẩm nên hầu như các hãng chế tạo không công bố bản thiết kế cũng như cấu tạo của bộ thu GNSS. Tuy nhiên qua quá trình sử dụng và tìm hiểu tính năng tác dụng của các máy thu GNSS của Trimble có thể biết được các thành phần của nó. Một thành phần cơ bản nhất ở tất cả các máy thu GNSS đó là chip thu tín hiệu vệ tinh. Chip này được gắn vào bảng mạch để cho người sử dụng dễ dàng ứng dụng vào mục đích của mình. Ở hình 2 là các bo mạch GNSS dòng họ BD9xx được hãng Trimble chế tạo nhằm cung cấp cho người sử dụng ứng dụng để chế tạo, phát triển các bộ thu GNSS.

Các bộ thu GNSS có thành phần cấu tạo tương tự nhau, tuy nhiên có một điều là tất cả các bộ thu GNSS của các hãng đều bảo mật thông tin trong việc thiết kế, công nghệ chế tạo. Vì vậy để nắm được cấu tạo bộ thu GNSS cần phải được nắm được tính năng, tác dụng và nguyên lý hoạt động của nó để đưa ra được cấu tạo của bộ thu. Trong chuyên đề này trình bày cấu tạo bộ thu GNSS dựa trên dòng bo mạch BD970 của Trimble.

													
Technology	Maxwell 6	Maxwell 7	Maxwell 7	Maxwell 7	Maxwell 6	Maxwell 6	Maxwell 6	Maxwell 7	Maxwell 7	Maxwell 7	Maxwell 7	Z-Blade	Z-Blade
Size (mm) Weight (g)	41 x 41 x 7 19	51 x 41 x 7 27	67 x 60 x 15 60	149 x 93 x 43 660	100 x 60 x 11.6 62	100 x 84.9 x 11.5 92	261 x 140 x 55 1600	100 x 60 x 11.6 54	100 x 60 x 11.6 60	100 x 60 x 11.6 62	185 x 93 x 43 760	71 x 46 x 11 24	190 x 58 x 160 1270
Channels	220	336	336	336	220	2 x 220	2 x 220	1 x 336	2 x 336	2 x 336	2 x 336	240	2 x 240
Max. Update Rate (Hz)	20	50	100	100	50	50	50	50	50	100	100	50	50
GPS	L1	L1, L2, L5	L1, L2, L5	L1, L2, L5	L1, L2, L5	L1, L2, L5	L1, L2, L5	L1, L2, L5	L1, L2, L5	L1, L2, L5	L1, L2, L5	L1, L2, L5	L1, L2
GLONASS	L1	L1, L2, L3	L1, L2, L3	L1, L2, L3	L1, L2	L1, L2, L3	L1, L2, L3	L1, L2, L3	L1, L2, L3	L1, L2, L3	L1, L2, L3	L1, L2, L3	L1, L2
BeiDou	B1	B1, B2	B1, B2	B1, B2	B1, B2	B1, B2	B1, B2	B1, B2, B3	B1, B2, B3	B1, B2, B3	B1, B2, B3	B1, B2, B3	B1, B2
Galileo	E1	E1, E5a, E5b	E1, E5a, E5b	E1, E5a, E5b	E1, E5a, E5b	E1, E5a, E5b	E1, E5a, E5b	E1, E5a, E5b, E6	E1, E5a, E5b, E6	E1, E5a, E5b, E6	E1, E5a, E5b, E6	E1, E5b	E1, E5b
QZSS	L1	L1, L2, L5	L1, L2, L5	L1, L2, L5	L1, L2, L5	L1, L2, L5	L1, L2, L5	L1, L2, L5	L1, L2, L5	L1, L2, L5	L1, L2, L5	L1, L2, L5	L1, L2
IRNSS	-	L5	L5	L5	-	-	-	L5	L5	L5	L5	-	-
SBAS	L1	L1, L5	L1, L5	L1, L5	L1, L5	L1, L5	L1, L5	L1, L5	L1, L5	L1, L5	L1, L5	L1, L5	L1
L-Band / MSS	-	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Trimble RTX™	-	IP / L	IP / L	IP / L	IP	IP / L	IP / L	IP / L	IP / L	IP / L	IP / L	IP / L	IP / L
OmniSTAR®	-	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-
RTK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
INS Attitude/ Positioning	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-
GNSS Heading/ GNSS Attitude	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	✓ / -	✓ / -	- / -	✓ / -	✓ / -	✓ / -	✓ / -	✓ / ✓
Connector	80-pin	80-pin	44-pin	DE9 & DA26	24-pin + 6-pin	40-pin	DE9 & DA26	44-pin	44-pin	44-pin	DE9 & DA26	28-pin	Various

Hình 2. Các bo mạch thu GNSS dòng BD9xx của Trimble

3. Cấu tạo bộ thu GNSS Trimble BD970

Bộ thu GNSS của Trimble được phát triển dựa trên bo mạch thu tín hiệu vệ tinh BD970. Bo mạch BD970 gồm hai module chính là module thu tín hiệu vệ tinh GNSS và module tích hợp giao tiếp dữ liệu (hình 3)



Hình 3. Module GNSS BD970

Trimble BD970 là một bộ thu GNSS của nhiều hệ thống vệ tinh, được thiết kế nhỏ gọn để, cung cấp độ chính xác đến centimet cho nhiều ứng dụng khác nhau. Trimble BD970 GNSS hỗ trợ nhiều loại tín hiệu vệ tinh, bao gồm cả tín hiệu GPS L2C và L5, GLONASS L1 / L2 và BeiDou, B1 và B2 cũng như Galileo. Trimble BD970 được thiết kế để dễ dàng tích hợp nhiều loại ăng ten khác nhau.

Các nhà sản xuất của Trimble tin tưởng công nghệ định vị nhúng Trimble là cốt lõi của các ứng dụng chính xác của họ. Với công nghệ Maxwell™ 6 mới nhất, chính xác nhất, BD970 cung cấp sự đảm bảo về khả năng ứng dụng lâu dài trong tương lai và không gặp sự cố khi hoạt động. Với xu thế tiên phong trong phát triển công nghệ, Trimble BD970 có những ưu điểm trong định vị như:

- Giảm thiểu hiệu ứng đa đường dẫn trên bo mạch
- Công nghệ quan sát góc cao vệ tinh thấp rất hiệu quả
- Nâng cấp đáng kể thời gian khởi đo RTK

Module GNSS BD970 có một số tính năng nổi trội như:

-Giao diện linh hoạt

Trimble BD970 được thiết kế để dễ dàng tích hợp và đảm bảo độ tin cậy cao. Người sử dụng được hưởng lợi từ kết nối Ethernet có sẵn trên bo mạch, cho phép truyền dữ liệu tốc độ cao và cấu hình thông qua các trình duyệt web tiêu chuẩn. USB, RS232 và CAN cũng được hỗ trợ. Cũng giống như các công nghệ nhúng Trimble khác, các lệnh phần mềm dễ sử dụng giúp đơn giản hóa việc tích hợp và giảm thời gian phát triển. Tất cả các tính năng của phần mềm đều có thể nâng cấp bằng mật khẩu, cho phép nâng cấp chức năng của bạn như yêu cầu thay đổi.

-Thiết kế nhỏ gọn

Với kích thước nhỏ gọn phù hợp cho các ứng dụng cần trọng lượng nhẹ, BD970 được kiểm tra nghiêm ngặt để hoạt động trong các môi trường khắc nghiệt mà sản phẩm của người sử dụng được chế tạo, với độ tin cậy cao rất phù hợp để chế tạo phát triển cho hệ thống trạm quan trắc hoạt động ở ngoài trời 24/7.

Các thông số của bộ thu BD970 như sau:

I. CÁC THÔNG SỐ KỸ THUẬT:

1. Thu được 220 Kênh, bao gồm:

- GPS: Bao gồm các kênh L1 C/A, L2E, L2C, L5
- GLONASS: Bao gồm các kênh L1 C/A, L1 P, L2 C/A, L2P
- SBAS: Bao gồm các kênh L1 C/A, L5
- Galileo: Bao gồm các kênh L1 BOC, E5A, E5B, E5AltBOC1
- BeiDou: Bao gồm các kênh B1, B2
- QZSS: Bao gồm các kênh L1 C/A, L1 SAIF, L2C, L5

2. Công nghệ Trimble Maxwell 6 tiên tiến

3. Máy phân tích đa dạng độ chính xác cao cho các phép đo khoảng cách giả GNSS

4. Dữ liệu đo khoảng cách giả không lọc, không làm mượt cho tiếng ồn thấp, giảm sai số đa đường dẫn, giảm thời gian tương quan

5. Các phép đo phase sóng tải GNSS có độ nhiễu rất thấp với độ chính xác < 1 mm trong dải tần 1 Hz

6. Công nghệ quan sát góc cao vệ tinh thấp:

-Thời gian khởi tạo thông thường <10 giây

-Độ tin cậy khởi động > 99.9%

7. Có 1 cổng USB

8. Có 1 cổng CAN

9. Có 1 cổng LAN Ethernet:

– Hỗ trợ liên kết tới 10BaseT/100BaseT mạng lưới thương lượng tự động

– Tất cả các chức năng được hỗ trợ thông qua địa chỉ IP đơn đồng bộ hóa,

bao

gồm web GUI và luồng dữ liệu

– Các cổng thông tin được hỗ trợ:

- ◆ HTTP (web GUI)
- ◆ NTP Server
- ◆ NMEA, GSOFF, CMR over TCP/IP or UDP
- ◆ NTripCaster, NTripServer, NTripClient
- ◆ mDNS/uPnP Service discovery
- ◆ Dynamic DNS
- ◆ Email alerts
- ◆ Network link to Google Earth

◆ Support for external modems via PPP

10. Có 3 cổng RS232:

– Tốc độ truyền lên tới 115,200

11. Tần suất lấy mẫu đầu ra: 1 Hz, 2 Hz, 5 Hz, 10 Hz, 20Hz và 50 Hz (phụ thuộc tùy chọn cài đặt)

12. Đầu ra vị trí và đo lường thô lên đến 50 Hz

13. Định dạng đầu vào/đầu ra:

– CMR, CMR+, SCMRX, RTCM 2.1, 2.2, 2.3, 3.0 , 3.18

14. Các định dạng đầu ra tùy chỉnh:

– ASCII: NMEA-0183 GSV, AVR, RMC, HDT, VGK, VHD, ROT, GGK, GGA, GSA, ZDA, VTG, GST, PJT, PJK, BPQ, GLL, GRS, GBS

15. Phần mềm điều khiển:

– HTML web browser. Internet Explorer, Firefox, Safari, Opera, Google Chrome

- Hỗ trợ đèn LED với 3 chức năng (chỉ thị nguồn, quan sát vệ tinh, và dữ liệu cài chính)

II. THÔNG SỐ ĐỊNH VỊ:

Chế độ	Độ chính xác	Độ trễ	Tốc độ tối đa
Single Baseline RTK (<30km)	0.008m+1ppm mặt bằng 0.015m+1ppm độ cao	< 20ms	50Hz
DGNSS	0.25m+1ppm mặt bằng 0.50m+1ppm độ cao	< 20ms	50Hz
SBAS	0.50m+1ppm mặt bằng 0.85m+1ppm độ cao	< 20ms	50Hz

Thời gian khởi động RTK thông thường <1 phút

Độ tin cậy RTK >99.9%

III. THÔNG SỐ VẬT LÝ VÀ ĐIỆN TỬ:

Kích thước 100 mm x 60 mm x 11.6 mm

Nguồn 3.3 V DC +5%/-3%

Typical 1.4 W (L1/L2 GPS)

Typical 1.5 W (L1/L2 GPS and G1/G2 GLONASS)

Trọng lượng :62 grams

Kết nối I/O 24-pin header + 6-pin header

Antenna MMCX receptacle

IV. THÔNG SỐ MÔI TRƯỜNG:

Nhiệt độ:

+Vận hành -40 °C to +75 °C

+Lưu trữ -55 °C to +85 °C

Chống Rung lắc

Chống shock.

4. Cấu tạo bộ thu số liệu GNSS cho trạm quan trắc

Thu nhận số liệu GNSS có chức năng thu nhận tín hiệu từ ăng ten, được giải mã và truyền dẫn về máy chủ của trạm CORS được thực hiện liên tục nhằm cung cấp vị trí không gian của điểm quan trắc theo thời gian thực. Bộ thu nhận số liệu GNSS được thiết kế dựa trên nền tảng công nghệ và thiết bị của hãng Trimble gồm có các bộ phận chính như sau:

4.1. Module xử lý tín hiệu vệ tinh GNSS

Bo mạch thu nhận tín hiệu vệ tinh GNSS được lựa chọn để thiết phát triển hệ thống quan trắc của hãng Trimble là dòng sản phẩm BD970 (hình 4).



Hình 4. Module thu nhận tín hiệu vệ tinh GNSS Trimble BD970

Module gồm có 3 cổng, một cổng nối với ăng ten thu tín hiệu vệ tinh GNSS, một cổng vào để nhận số liệu cải chính RTCM nhận từ trạm CORS, một cổng ra truyền số liệu đo đã cải chính định dạng NMEA về máy tính chủ. Bo mạch thu được 220 kênh của các hệ thống vệ tinh sau:

- Hệ thống GPS: L1C/A, L2E, L2C, L5
- Hệ thống GLONASS: L1C/A, L1P, L2C/A, L2P
- Hệ thống GALILEO: L1BOC, E5A, E5B
- Hệ thống BEIDOU:

4.2. Module thu nhận tín hiệu Max232

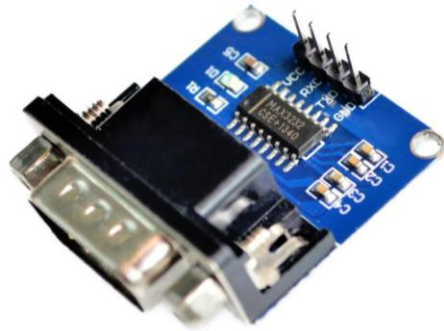
Module thu nhận tín hiệu Max232 được biết đến như một thiết bị chuyên tín hiệu RS232 (Recommended Standard 232) thành tín hiệu logic TTL (Transistor-Transistor Logic). Để có thể tạo sự giao tiếp giữa các thiết bị dùng chuẩn RS232 và thiết bị dùng chuẩn TTL. Đặc điểm của module là có độ chính xác cao, độ tin cậy về hoàn thiện dữ liệu cao.

Cấu tạo của Module thu nhận tín hiệu Max232 (hình 5) bao gồm:

- + Cổng com RS232
- + Chíp giao tiếp IC Max 232

- + Tụ, trở và các pin nối ra
- + Pin nối vào là zack cắm 9 chân chuẩn RS232

Các pin nối ra bao gồm VCC(+5V), GND, RXD, TXD



Hình 5. Module thu nhận tín hiệu Max232

Đặc điểm chính của IC Max232 là có tốc độ xử lý cao, dòng điện tiêu thụ và độ trễ tín hiệu nhỏ.

4.3. Module xử lý dữ liệu Arduino UNO R3

Đây là module điều khiển trung tâm có nhiệm vụ điều khiển các module khác hoạt động, mọi mã code được nạp trực tiếp lên vi xử lý ATmega 328. Trong các giao thức truyền dẫn tín hiệu, ATmega328 có nhiệm vụ nhận dữ liệu tính toán và trả về các module kết nối bằng các lệnh điều khiển, các dữ liệu từ đây tạo thành các vòng kết nối liên tục và phụ thuộc vào nhau.

Module được thiết kế với 7 chân analog, 13 chân digital, 6/13 chân digital tích hợp. Bo mạch chạy trong vùng điện áp trực tiếp DC từ 7V đến 20V, chip ATmega 328 hoạt động ở mức điện áp ổn định 5V, chip có cường độ 0.2mA toàn bộ Board có mức tiêu thụ điện năng là 2,5W. Module xử lý dữ liệu Arduino UNO R3 như ở (hình 6).

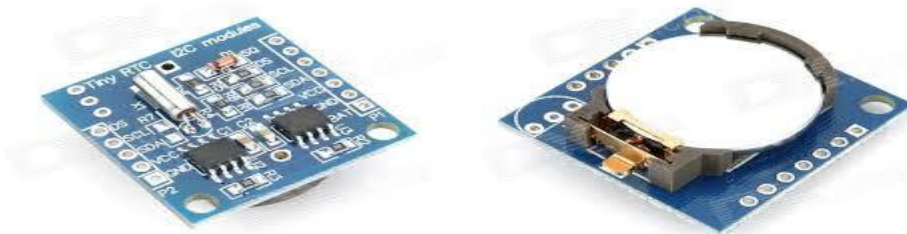


Hình 6. Module xử lý dữ liệu Arduino UNO R3

Chíp ATmega 328 là dòng chíp mới, họ nhà AVR hoạt động trên nền 8bit 4/8/16/32K Bytes của hệ thống bộ nhớ tự động làm việc. 256/512/512/1K Bytes bộ nhớ ROM, 512/1K/1K/2K Bytes bộ nhớ SRAM.

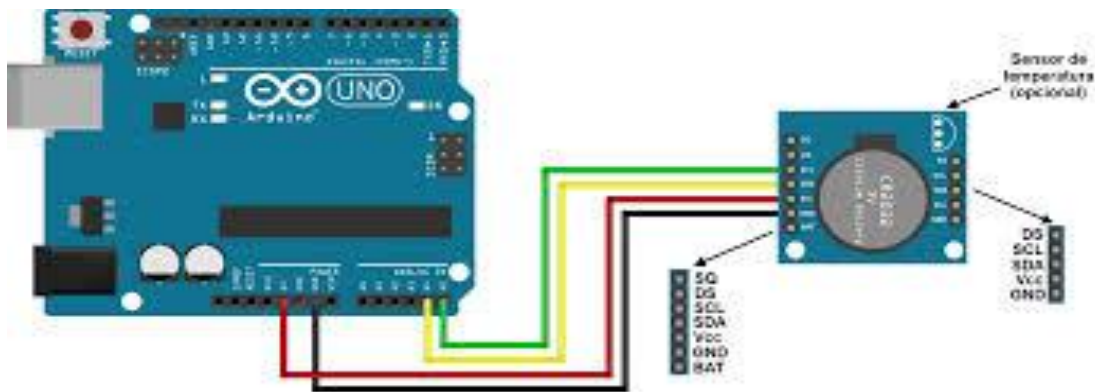
4.4. Module thời gian thực

Module thời gian thực (Real Time Module) có tác dụng cấp thời gian thực cho Arduino để xác định được thời điểm truyền dữ liệu từ trạm quan trắc về trạm CORS. Module thời gian thực (hình 7) được hiệu chỉnh định kỳ từ thời gian vệ tinh nên luôn đảm bảo độ chính xác cần thiết cho mọi hoạt động trên hệ thống Rover.



Hình 7. Module thời gian thực(Real Time Module)

Module thời gian thực giao tiếp trực tiếp với Arduino bằng chuẩn IC2s chân analog 5 và analog 6. Module được cấp nguồn 5V trực tiếp từ Board Arduino (hình 8).



Hình 8. Kết nối Arduino với module Real Time

4.5. Module lưu trữ và truyền dữ liệu về máy chủ Ethernet W5100

Đây là hệ thống truyền dẫn cũng là hệ thống lưu trữ dữ liệu. Module tích hợp chíp xử lý Ethernet W5100 cho tốc độ truyền mạng LAN lên tới 100Mbps. Tích hợp thêm tính năng gắn thẻ nhớ Micro SD lên tới 4Gb (hình 9).



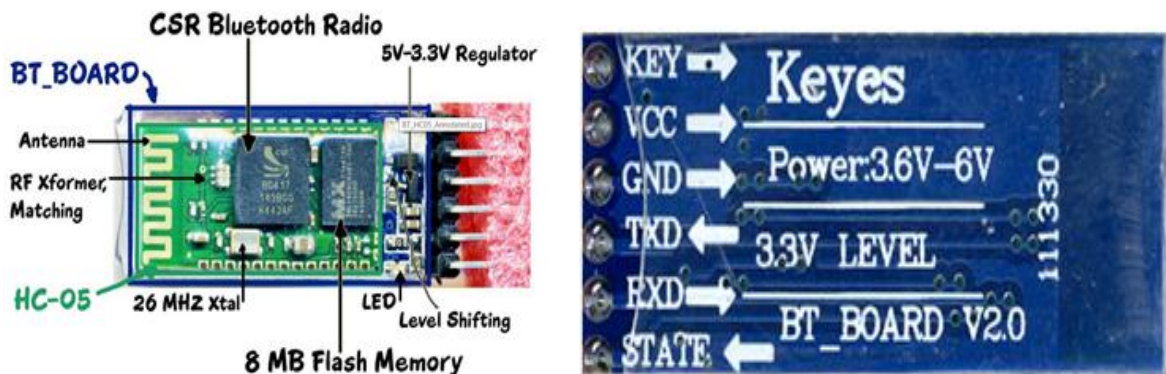
Hình 9. Module Ethernet Shield W5100

Trên Module còn tích hợp các đèn báo trạng thái bao gồm đèn báo mạng LAN, Full, RX, TX... giúp cho việc kiểm soát lỗi trở nên dễ dàng linh hoạt hơn.

4.6. Module kết nối không dây Bluetooth

Bluetooth là chuẩn truyền thông không dây để trao đổi dữ liệu ở khoảng cách ngắn. Chuẩn truyền thông này sử dụng sóng radio ngắn (UHF radio) trong dải tần số ISM (2.4 tới 2.485 GHz). Khoảng cách truyền của module này vào khoảng 10m.

Module được sử dụng cho bộ thu là module HC-05 (hình 10). Module này được thiết kế dựa trên chip BC417. Con chip này khá phức tạp và sử dụng bộ nhớ flash ngoài 8Mbit. Nhưng việc sử dụng module này hoàn toàn đơn giản bởi nhà sản xuất đã tích hợp mọi thứ cho bạn trên module HC-05.



Hình 10. Module bluetooth HC-05

Sơ đồ các chân HC-05 gồm có:

-KEY: Chân này để chọn chế độ hoạt động AT Mode hoặc Data Mode.

-VCC: Chân này có thể cấp nguồn từ 3.6V đến 6V bên trong module đã có một IC nguồn chuyển về điện áp 3.3V và cấp cho IC BC417.

-GND: nối với chân nguồn GND

-TXD, RND đây là hai chân UART để giao tiếp module hoạt động ở mức logic 3.3V

-STATE: chân này bỏ qua và không cần quan tâm đến chân này.

4.7. Màn hình hiển thị thông tin

Một màn hình cảm ứng TFT 3.5 inch (hình 11) có độ phân giải 320 x 480 được thiết kế dùng cho Arduino Uno, MEGA 2560 sẽ được sử dụng để làm màn hình hiển thị các thông tin về tọa độ điểm quan trắc, tình trạng chế độ định vị (Fixed, Flood, DGPS ...) cũng như các thông tin khác.



Hình 11. Màn hình cảm ứng TFT

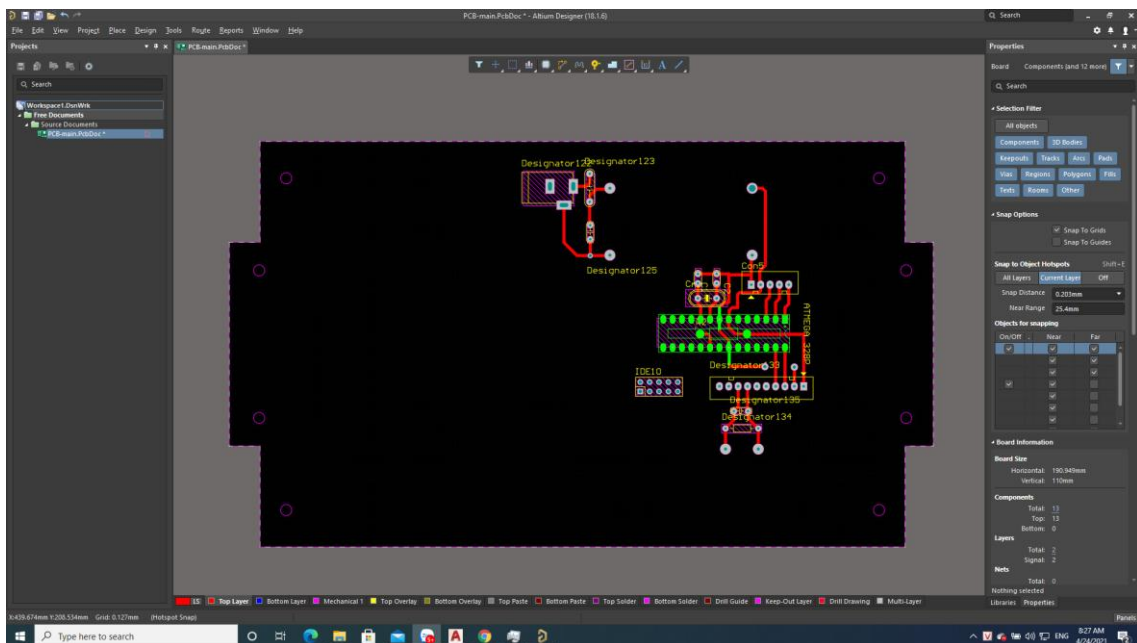
5. Thiết kế mạch giải mã tín hiệu-hiển thị và cảnh báo

Các thông tin định vị vệ tinh GNSS và giải mã tín hiệu cũng như hiển thị và cảnh báo cần được hiển thị trên màn hình LCD để người sử dụng có thể theo dõi, biết được tình trạng hoạt động của hệ thống quan trắc chuyển dịch công trình. Tất cả các thông tin đều phải được hiển thị và cảnh báo theo thời gian

thực. Các thông tin về định vị sẽ thu nhận liên tục với tần suất lớn nhất đến 50Hz, vì vậy một thiết bị mạch được nhóm nghiên cứu tiến hành thiết kế, lắp đặt đã được thực hiện. Việc thiết kế mạch điện tử sử dụng các phần mềm sau

5.1. Phần mềm thiết kế bảng mạch Altium Designer

Phần mềm được sử dụng để thiết kế bảng mạch là Altium Designer (hình 12). Altium Designer trước kia có tên gọi quen thuộc là Protel DXP, là một trong những công cụ vẽ mạch điện tử mạnh nhất hiện nay. Được phát triển bởi hãng Altium Limited. Altium designer là một phần mềm chuyên ngành được sử dụng trong thiết kế mạch điện tử. Nó là một phần mềm mạnh với nhiều tính năng thú vị, tuy nhiên phần mềm này còn được ít người biết đến so với các phần mềm thiết kế mạch khác như orcad hay proteus.



Hình 12. Giao diện phần mềm thiết kế mạch điện tử Altium Designer

Altium Designer có một số đặc trưng sau:

- Giao diện thiết kế, quản lý và chỉnh sửa thân thiện, dễ dàng biên dịch, quản lý file, quản lý phiên bản cho các tài liệu thiết kế.
- Hỗ trợ mạnh mẽ cho việc thiết kế tự động, đi dây tự động theo thuật toán tối ưu, phân tích lắp ráp linh kiện. Hỗ trợ việc tìm các giải pháp thiết kế hoặc chỉnh sửa mạch, linh kiện, netlist có sẵn từ trước theo các tham số mới.
- Mở, xem và in các file thiết kế mạch dễ dàng với đầy đủ các thông tin linh kiện, netlist, dữ liệu bản vẽ, kích thước, số lượng...

- Hệ thống các thư viện linh kiện phong phú, chi tiết và hoàn chỉnh bao gồm tất cả các linh kiện nhúng, số, tương tự...

- Đặt và sửa đổi tượng trên các lớp cơ khí, định nghĩa các luật thiết kế, tùy chỉnh các lớp mạch in, chuyển từ schematic sang PCB, đặt vị trí linh kiện trên PCB.

- Mô phỏng mạch PCB 3D, đem lại hình ảnh mạch điện trung thực trong không gian 3 chiều, hỗ trợ MCAD-ECAD, liên kết trực tiếp với mô hình STEP, kiểm tra khoảng cách cách điện, cấu hình cho cả 2D và 3D

- Hỗ trợ thiết kế PCB sang FPGA và ngược lại.

Việc thiết kế mạch điện tử trên phần mềm altium designer có thể được tóm tắt gồm các bước như sau:

- Đặt ra các yêu cầu bài toán.

- Lựa chọn linh kiện.

- Thiết kế mạch nguyên lý.

- Lựa chọn các chân linh kiện để chuyển sang mạch in Update mạch nguyên lý sang mạch in.

- Lựa chọn kích thước mạch in, sắp xếp các vị trí các loại linh kiện như điện trở, tụ điện, IC...

- Đặt kích thước các loại dây nối.

- Đi dây trên mạch.

- Kiểm tra toàn mạch.

5.2. Phần mềm Vectric Aspire

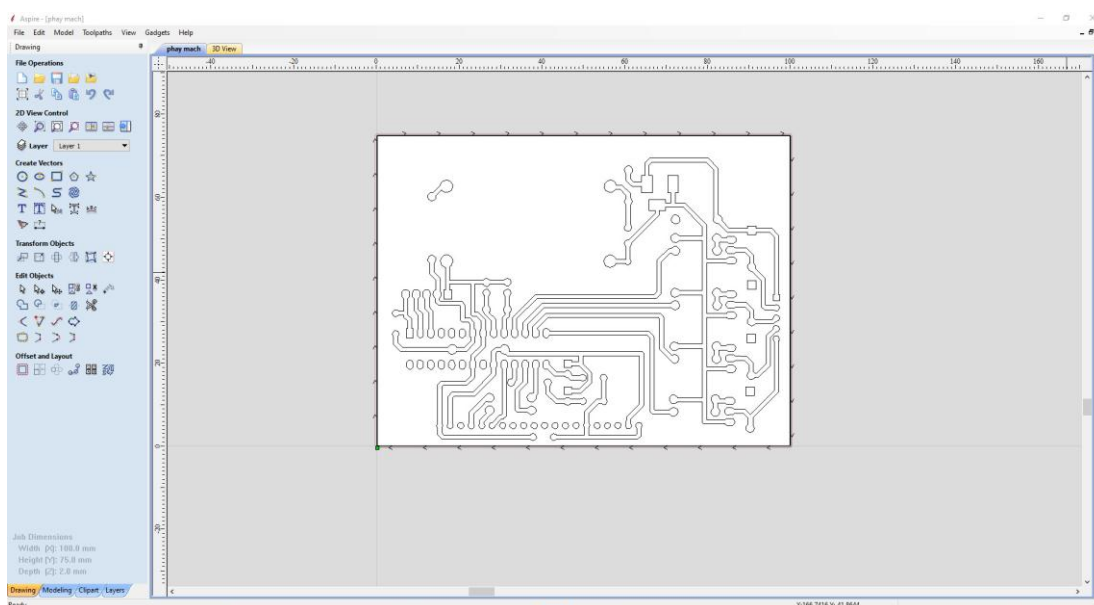
Vetric Aspire được xây dựng trên nền tảng giống như phần mềm VCarve Pro của Vectric, chia sẻ giao diện trực quan và dễ sử dụng cho thiết kế sản xuất và định tuyến. Ngoài các công cụ định tuyến và sản xuất mạnh mẽ của VCarve Pro, Aspire còn có các công cụ để bạn chuyển đổi phác thảo 2D, ảnh, bản vẽ và tác phẩm nghệ thuật số thành các mô hình 3D chi tiết và sau đó tính toán các đường công cụ Roughing và Finishing 3D để cắt chính xác các hình dạng này.

Ở hình 13 là mạch giải mã tín hiệu-hiển thị và cảnh báo cho trạm quan trắc được thiết kế bằng phần mềm Aspire

Các tính năng chính của phần mềm Vectric Aspire

- Gia công hai mặt & mô phỏng 3D nhiều mặt
- Gia công trục quay và mô phỏng phần mềm
- Thiết kế thành phần 3D từ các vector 2D
- Vẽ Vector với Chụp nhanh & Biến đổi thông minh
- Khu vực kết cấu – Kết cấu có thể điều chỉnh từ mô hình 3D
- Mô hình kết cấu 3D từ tệp hình ảnh
- Nhập tệp 3D – STL, DXF, OBJ, SKP, V3M, CRV3D, 3DCLIP
- Chỉnh sửa 3D tương tác – điều khắc, pha trộn và làm mịn
- Đường chạy dao và hoàn thiện 3D
- Bộ sưu tập lớn các tệp clip nghệ thuật 2D và 3D
- Xuất các tệp 2D và 3D: DWG, EPS, AI, SVG, STL, TIF, v.v.
- Gia công lăng kính 3D
- Tự động chèn với nhiều tùy chọn inlay
- Người dùng có thể xác định, hình dạng dao cắt
- Bảng thiết lập công việc
- Hỗ trợ hồ quang xoắn ốc

Phần mềm Aspire sẽ chuyển bản thiết kế mạch ở dạng Raster mà phần mềm Altium Designer tạo ra thành dạng Vector

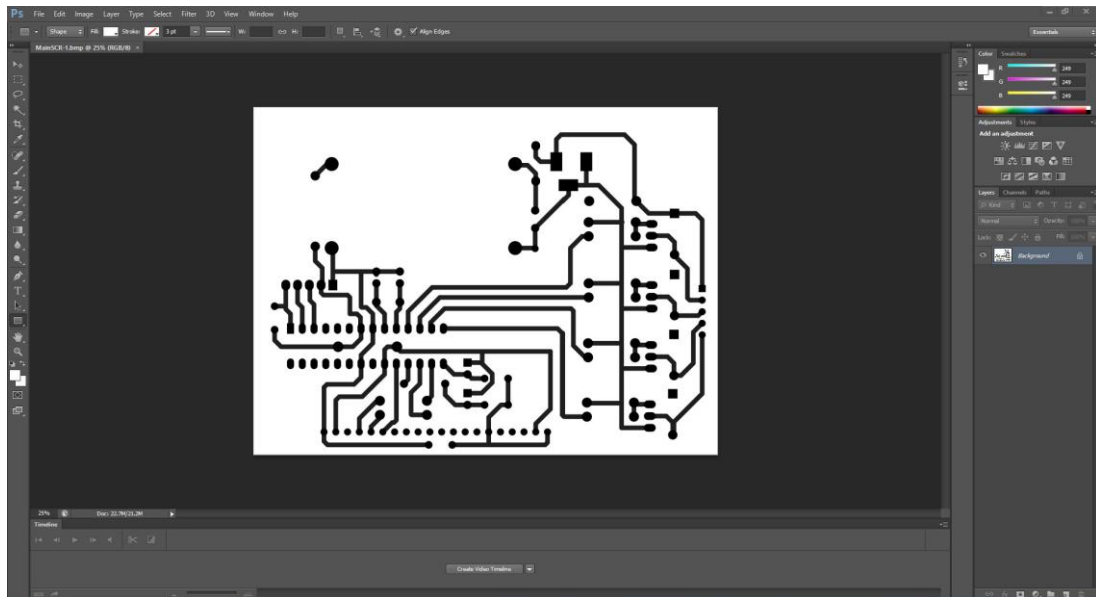


Hình 13. Mạch điện giải mã tín hiệu-hiển thị và cảnh báo ở dạng Vector được thiết kế trên phần mềm Aspire

5.3. Phần mềm Photoshop

Adobe Photoshop là phần mềm chỉnh sửa ảnh chuyên nghiệp được rất nhiều người dùng từ cơ bản tới chuyên gia ảnh sử dụng. Chỉnh sửa ảnh bằng phần mềm Photoshop sẽ khiến cho bức ảnh, hình vẽ trở nên đẹp và rõ ràng hơn.

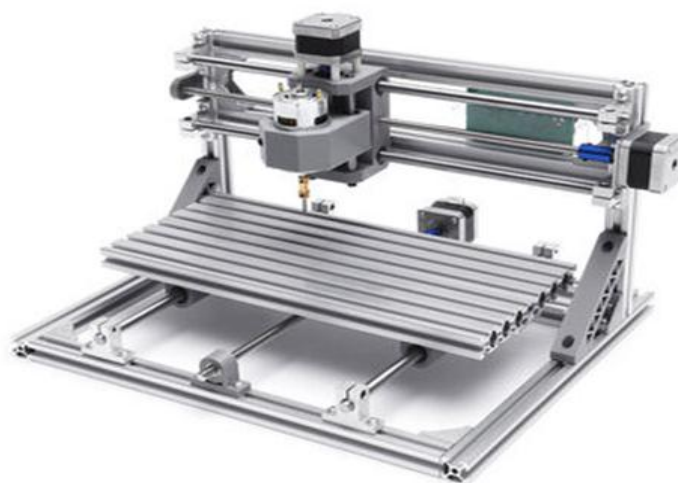
Mạch điện sau khi được thiết kế bằng phần mềm Aspire được chuyển sang định dạng file bmp bằng phần mềm Photoshop và để lật mặt bản thiết kế



Hình 14. Mạch điện tử được lật mặt trong phần mềm photoshop

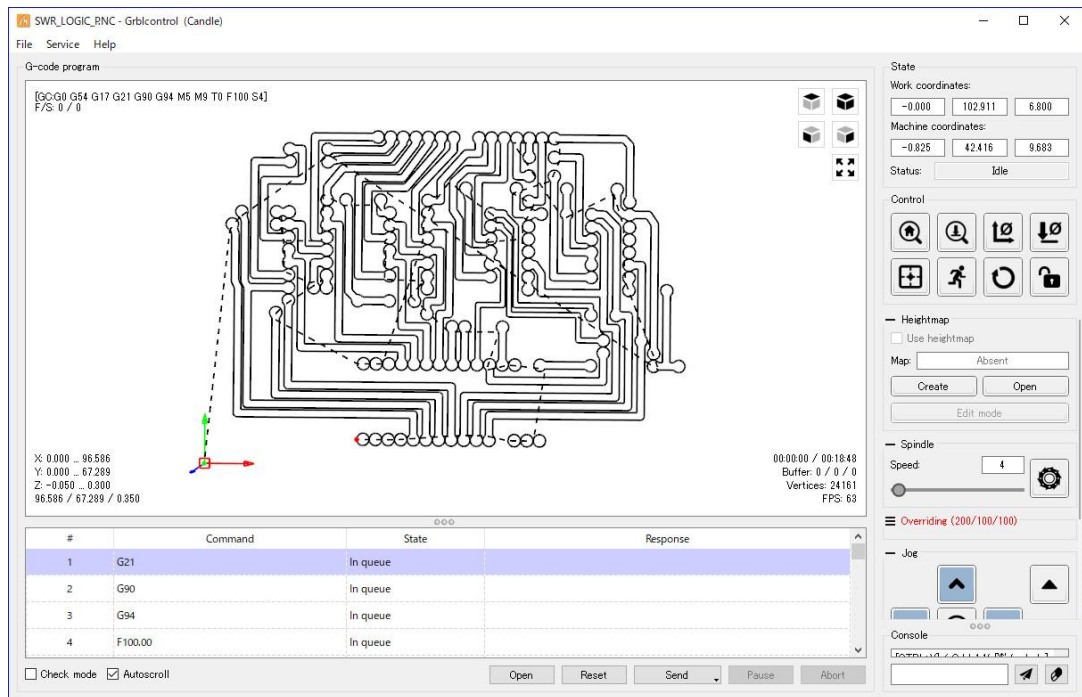
5.4. In mạch điện tử

Mạch điện sau khi thiết kế, chỉnh sửa được in trên chất liệu là tấm phíp đồng kích thước là 110×75mm. Bảng mạch được in bằng máy in mạch CNC 3018 (hình 15).



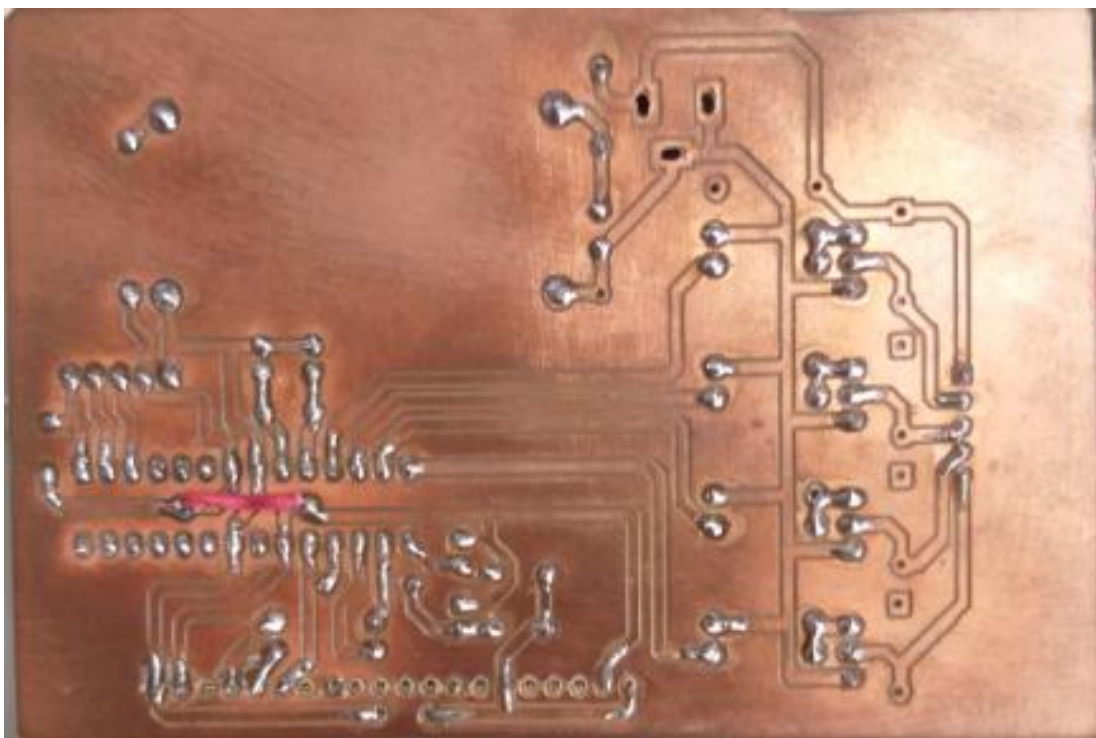
Hình 15. Máy in mạch CNC-3018

Máy in mạch CNC-3018 đi cùng với phần mềm Candle (hình 16) sẽ in ra chính xác mạch điện đã thiết kế.



Hình 16. Phần mềm in mạch điện Candle

Mạch điện tử giải mã tín hiệu-hiển thị và cảnh báo, sau khi thiết kế và in trên máy in CNC-3018 sẽ được sản phẩm như hình 17.

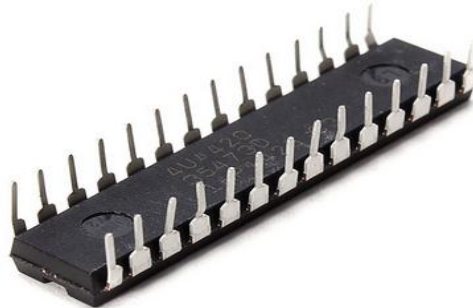


Hình 17 Mạch điện tử giải mã tín hiệu-hiển thị và cảnh báo sau khi in

Các thành phần trong bo mạch giải mã tín hiệu-hiển thị và cảnh báo bao gồm:

5.4.1. Chip điều khiển chính

Chip điều khiển chính (hình 18) được sử dụng 1 chiếc



Hình 18. Chip điều khiển chính

5.4.2. Tụ trở thạch anh 16K

Tụ trở thạch anh 16K (hình 19) được sử dụng 1 chiếc



Hình 19. Tụ trở thạch anh 16K

5.4.3. Tụ gốm 22P

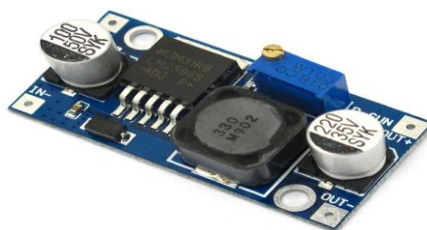
Tụ gốm 22P (hình 20) được sử dụng 2 chiếc



Hình 20. Tụ gốm 22P

5.4.4. Module LM2596

Module LM2596 (hình 21) được sử dụng 1 cái



Hình 21. Module LM2596

5.4.5. Tụ lọc nhiễu cao tần

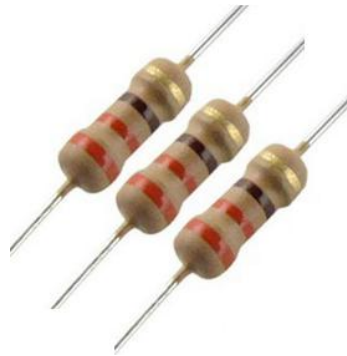
Tụ lọc nhiễu cao tần (hình 22) được sử dụng 1 chiếc



Hình 22. Tụ lọc nhiễu cao tần

5.4.6. Điện trở 100 Ω

Điện trở 100 Ω (hình 23) được sử dụng 3 chiếc



Hình 23. Điện trở 100 Ω

5.4.7. Điện trở 1KΩ

Điện trở 1KΩ (hình 24) được sử dụng 4 chiếc



Hình 24. Điện trở 1KΩ

5.4.8. Transistor C1815

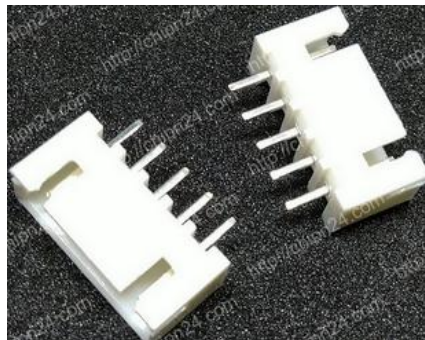
Transistor C1815 (hình 25) được sử dụng 4 chiếc



Hình 25. Transistor C1815

5.4.9. Header 5P đực

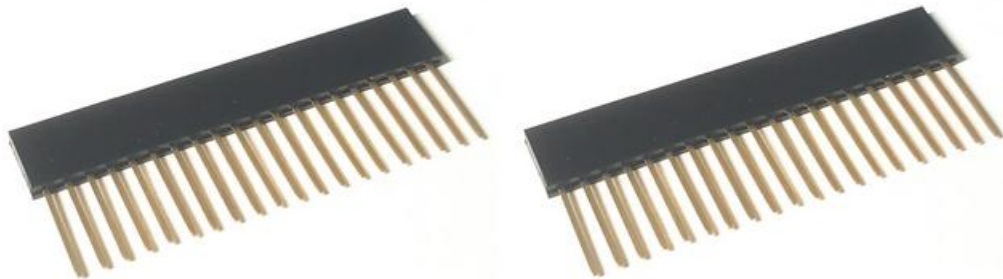
Header 5P đực (hình 26) được sử dụng 2 chiếc



Hình 22. Header 5P đực

5.4.10. Header 20P cái

Header 20P cái (hình 23) được sử dụng 2 chiếc



Hình 23. Header 20P cái

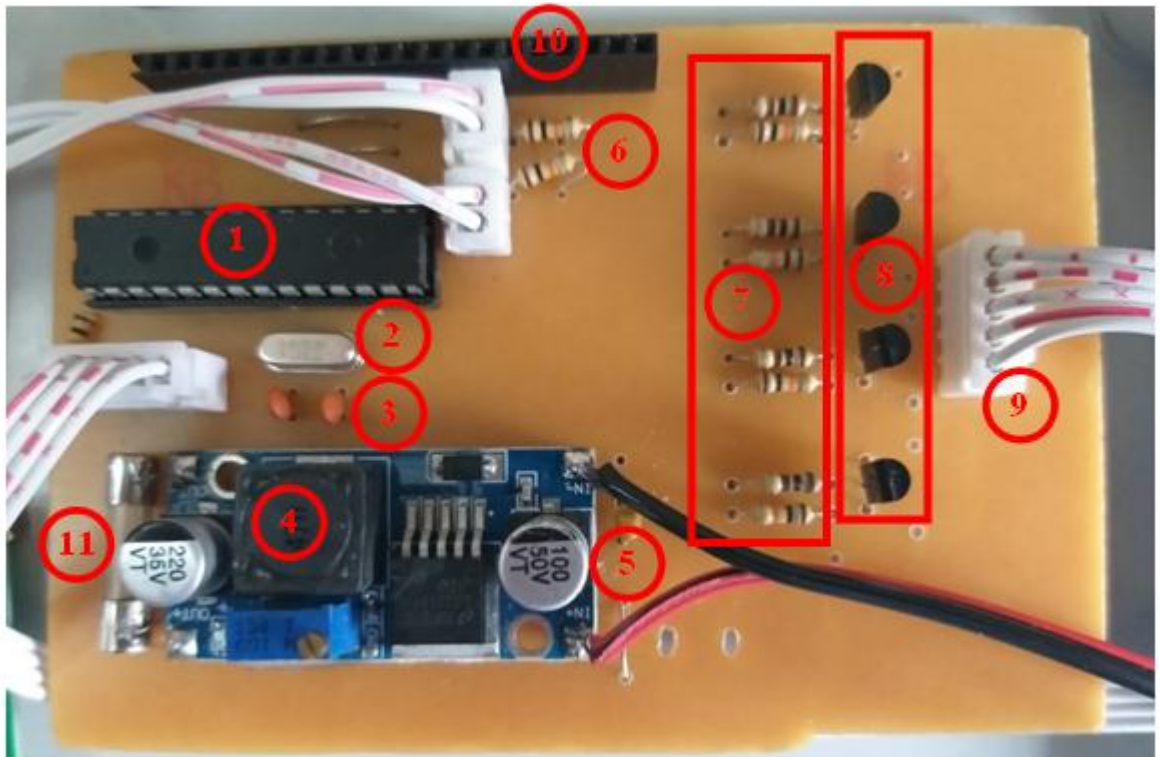
6. Thiết kế bo mạch giải mã tín hiệu-hiển thị và cảnh báo

Trên sơ đồ mạch đã in, ở mặt ngược lại lắp và hàn các chi tiết sau:

- 1- Lắp 1 Chip điều khiển chính
- 2- Lắp 1 Tụ trở thạch anh
- 3- Lắp 2 Tụ gốm 22P
- 4- Lắp 1 Module LM2596
- 5- Lắp 1 Tụ lọc nhiễu cao tần

- 6- Lắp 3 Điện trở 100 Ω
- 7- Lắp 4 điện trở 1K Ω
- 8- Lắp 4 transistor C1815
- 9- Lắp 2 Header 5P đực
- 10- Lắp Header 20P cái
- 11- Lắp 1 Cầu chì

Các chi tiết được lắp ráp theo trình tự như ở hình 25

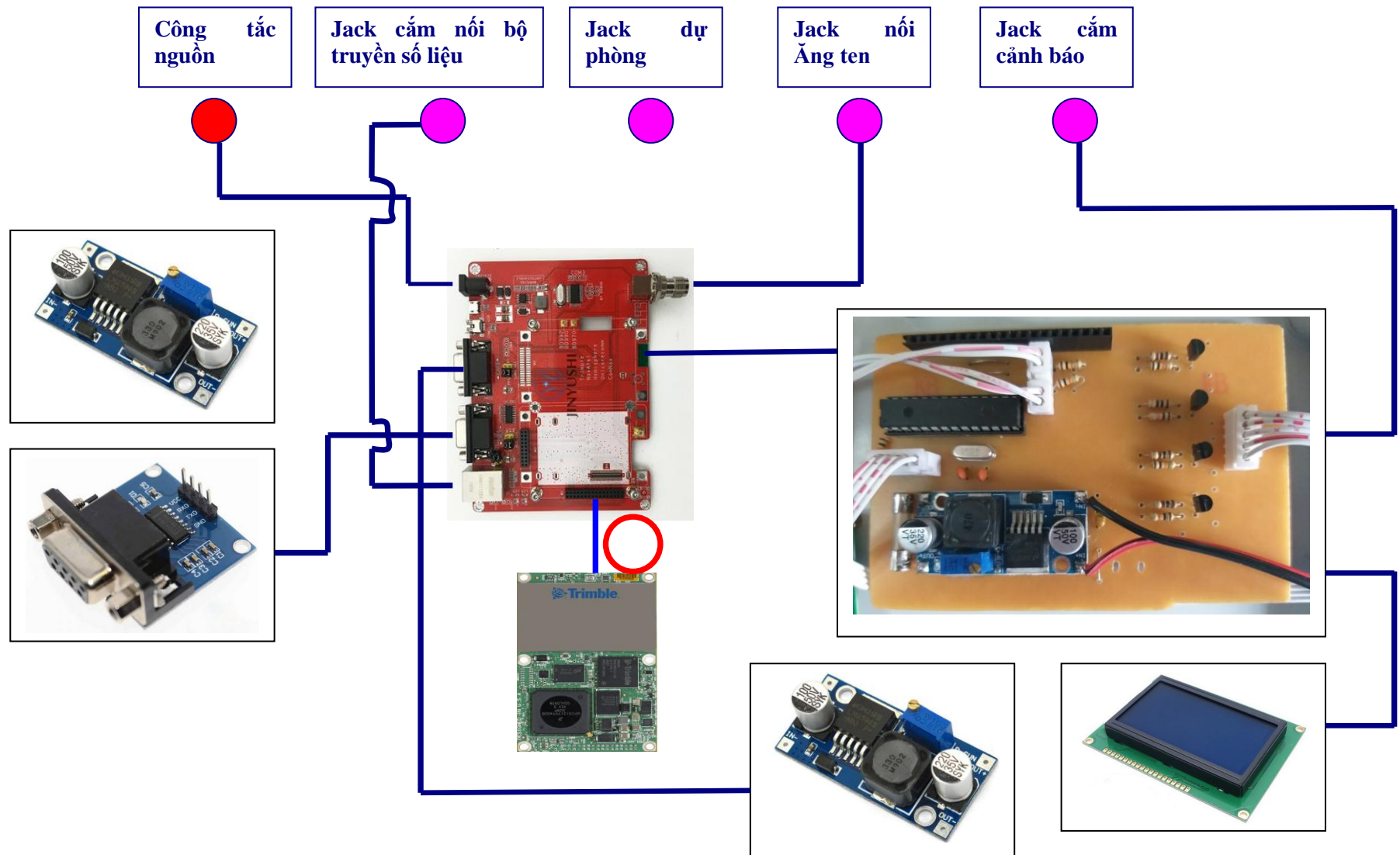


Hình 25. Trình tự lắp ráp các chi tiết bo mạch giải mã tín hiệu-hiển thị và cảnh báo

7. Nghiên cứu thiết kế kết nối các bộ phận của bộ thu số liệu GNSS

Các bộ phận của bộ thu số liệu GNSS cho trạm quan trắc chuyển dịch công trình đã được thiết kế. Việc kết nối các bộ phận với nhau theo đúng trình tự nhất định sẽ đảm bảo cho hệ thống được ổn định.

Việc kết nối theo sơ đồ như ở hình 26



Hình 26. Sơ đồ kết nối các bộ phận của bộ thu số liệu GNSS

Ngoài các bộ phận chính như trên, còn có các bộ phận phụ trợ khác tạo thành một bộ thu số liệu GNSS hoàn chỉnh (hình 27) đáp ứng cho yêu cầu quan trắc liên tục chuyển dịch công trình theo thời gian thực.



Hình 27. Bộ thu số liệu GNSS cho trạm quan trắc

KẾT LUẬN

Qua quá trình thực hiện chuyên đề này đã rút ra được một số kết luận sau:

1. Bộ thu số liệu GNSS (GNSS Receiver) được các hãng công nghệ lớn trên thế giới thiết kế chế tạo đáp ứng cho các yêu cầu làm trạm Base, trạm CORS có tính bảo mật cao nên người sử dụng khó có thể biết được cấu tạo và công nghệ chế tạo.

2. Hãng công nghệ Trimble đi đầu trong việc sản xuất chip, bo mạch định vị GNSS, đặc biệt là các dòng bo mạch BD9xx được sử dụng trong việc thiết kế chế tạo các bộ thu GNSS sử dụng cho các mục đích khác nhau.

3. Cấu tạo của bộ thu GNSS sử dụng cho trạm quan trắc được thiết kế dựa trên cấu tạo bộ thu GNSS của Trimble nhưng có tích hợp thêm bộ phận. Cấu tạo của bộ thu GNSS cho trạm quan trắc gồm các bộ phận:

- Module xử lý tín hiệu vệ tinh Trimble BD970
- Module thu nhận tín hiệu Max232
- Module xử lý dữ liệu Arduino UNO R3
- Module thời gian thực
- Module lưu trữ và truyền dữ liệu về máy chủ Ethernet W5100
- Module kết nối không dây Bluetooth
- Màn hình hiển thị thông tin
- Các thiết bị phụ trợ

DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Elisa Benedetti, Athanasios Dermanis, Mattia Crespi, 2017. On the feasibility to integrate low-cost MEMS accelerometers and GNSS receivers.
2. Jiayong Yu, Xiaolin Meng, Xudong Shao, Banfu Yan, Lei Yang, 2012. Identification of dynamic displacements and modal frequencies of a medium-span suspension bridge using multimode GNSS processing. *Engineering Structures* 81 (2014) 432–443.
3. Hepi Hapsari Handayani, Yuwono, Taufik M, 2015. Preliminary study of bridge deformation monitoring using GPS and CRP (case study: Suramadu Bridge).
4. Jinsang Hwang, Hongsik Yun, Yongcheol Suh, Jeongho Cho and Dongha Lee, 2012. *Development of an RTK-GPS Positioning Application with an Improved Position Error Model for Smartphones*. *Sensors* 2012, 12, 12988–13001.
5. Trajkovski, K.K.; Sterle, O.; Stopar, B, 2010. Study positioning with high sensitivity GPS sensors under adverse conditions. *Sensors* 2010, 10, 8332–8347.
6. Lee, H.K, 2010. An integration of GPS with INS sensors for precise long-baseline kinematic positioning. *Sensors* 2010, 10, 9424–9438.
7. Hwang, J.; Yun, H.; Park, S.-K.; Lee, D.; Hong, S, 2012. Optimal methods of RTK-GPS/Accelerometer integration to monitor the displacement of structures. *Sensors* 2012, 12, 1014–1034.
8. Parluhutan Manurung, Hari Pramujo, Joshua BP Manurung, 2019. *Development of GNSS Receiver for Mobile CORS with RTK Correction Services Using Cloud Server*. *E3S Web of Conferences* 94, 01010 (2019).
9. Phạm Công Khải và nnk (2019). Nghiên cứu ứng dụng công nghệ quan trắc liên tục sự dịch chuyển và biến dạng công trình trên địa bàn Thành phố Hà

Nội. Báo cáo tổng kết đề tài Khoa học và Công nghệ cấp thành phố. Mã số 01C-04/08-2016-3. Sở Khoa học và Công nghệ Hà Nội.

10. Phạm Công Khải, Trần Trọng Xuân (2018). “Nghiên cứu phát triển hệ thống quan trắc chuyển dịch biến dạng công trình theo thời gian thực”. Tạp chí công nghiệp mỏ số 4-2018. Trang 33-38. ISSN: 0868 – 7052.
11. Phạm Công Khải và nnk (2018). “Nghiên cứu giải pháp kỹ thuật phát triển hệ thống quan trắc chuyển dịch biến dạng công trình theo thời gian thực”. Tuyển tập Hội nghị toàn quốc Khoa học trái đất và tài nguyên với phát triển bền vững, Hà Nội 12/2018. trang 13-21. ISBN:978-604-76-1753-1.
12. Phạm Công Khải và nnk (2019). “Nghiên cứu thiết kế phát triển thiết bị thu nhận và truyền dẫn số liệu GNSS sử dụng trong quan trắc liên tục chuyển dịch biến dạng công trình”. Tuyển tập Hội thảo khoa học và công nghệ phát triển công nghệ đo đạc bản đồ trong thu nhận dữ liệu địa không gian. Trang 48-63. ISBN: 978-604-952-414-1.
13. Khai Pham Cong and et. al., (2019). “Research on design and establish of GNSS data receiver and transmission device used in the continuously monitoring displacement and deformation of works in real time”. Proceedings of the International Conference on Earth Observations & Natural Hazards (ICEO&NH). November 18 ~ 22, Hanoi, Vietnam. Page 85-91. ISBN: 978-604-913-923-9.
14. Pham Cong Khai, Vo Ngoc Dung, Tran Xuan Thuy (2019). “Research on technical solution to develop monitoring system for displacement and deformation of High Rise Building in real time using GNSS/CORS technology”. Poland Proceedings of the 2th international conference on scientific research cooperation between VietNam and Poland in earth science.
15. Phạm Công Khải, Nguyễn Văn Hải (2020). Nghiên cứu thiết kế hệ thống quan trắc trượt lở đất đá theo thời gian thực ở nhà máy thủy điện Xekaman 3. Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất, số 1/2020, ISSN 1850 - 1469

16. Pham Cong Khai (2020). Research on technical solution of displacement and deformation monitoring of High-Rise Building in real time. Journal of Mining and earth Sciences, Vol 61, 06-2020. ISSN 1859 - 1469
17. Vũ Ngọc Hải và nnk (2016). Nghiên cứu, thiết kế chế tạo hệ thống định vị 3D độ chính xác cao dùng trong điều khiển và giám sát các đối tượng chuyển động. Báo cáo kết quả nghiên cứu của đề tài, mã số 12314/2016, Cục Thông tin Khoa học và Công nghệ quốc gia.
18. Tạ Hải Tùng và nnk (2016). Nghiên cứu chế tạo hệ thống cung cấp dịch vụ định vị GPS độ chính xác cm trong thời gian thực cho các lĩnh vực đòi hỏi độ chính xác định vị cao. Báo cáo kết quả nghiên cứu của đề tài, mã số VT/CN-02/13-15.
19. <https://oemgnss.trimble.com/productsupportpost/trimble-bd992-ins-receiver-module-support/>
20. <http://bx992.trimble.com/>
21. <https://oemgnss.trimble.com/>
22. <https://oemgnss.trimble.com/products-solutions/receivers-modules/>