

HỆ THỐNG GIÁM SÁT CÔNG NHÂN HÀM MỎ BẰNG CÔNG NGHỆ VLC

Võ Thành Nghĩa, Nguyễn Công Tín, Phan Cao Khiêm
Lớp K18EVT, Khoa Điện – Điện Tử, Trường Đại Học Duy Tân
Đà Nẵng, Việt Nam

Email: vothanhnghia15@outlook.com, congtin@outlook.com, khiempck@gmail.com

GVHD: TS. Hà Đắc Bình

Khoa Điện – Điện Tử, Trường Đại Học Duy Tân

Tóm tắt – Hiện nay, nước ta đang trong giai đoạn phát triển nhờ vào việc khai thác tài nguyên thiên nhiên, đặc biệt là khoáng sản dưới lòng đất. Việc khai thác này tiềm ẩn nhiều nguy cơ mất an toàn như sập hầm. Mặc dù, đã có nhiều công nghệ được ứng dụng trong việc định vị công nhân giúp cho việc cứu hộ, cứu nạn được nhanh chóng. Tuy nhiên, mỗi công nghệ có ưu điểm và nhược điểm riêng. Công nghệ truyền thông bằng ánh sáng khả kiến (Visible Light Communications - VLC) với ưu điểm tận dụng cơ sở hạ tầng có sẵn, có thể thực hiện việc truyền tin giúp định vị người công nhân trong hầm lò. Bài báo này trình bày một phương án xây dựng hệ thống định vị công nhân trong hầm lò bằng ánh sáng khả kiến. Thực nghiệm cho thấy hệ thống của chúng tôi là hoàn toàn khả thi, có thể sử dụng như một phương án hỗ trợ cho định vị công nhân hầm lò.

Từ khoá – VLC, ánh sáng khả kiến, định vị, truyền thông.

I. GIỚI THIỆU

Hiện nay, mạng truyền thông không dây vẫn chỉ sử dụng sóng vô tuyến làm phương tiện truyền dẫn chính. Tuy tốc độ truyền dữ liệu liên tục được nghiên cứu và cải thiện nhưng những hạn chế của sóng vô tuyến như băng thông hạn chế và đang dần cạn kiệt, thiếu an toàn khi sử dụng ở những môi trường đặc biệt như trên máy bay, bệnh viện, mục đích quân sự... Sự phát triển của điện thoại thông minh và máy tính bảng đã làm số lượng thiết bị phụ thuộc vào phổ tần số vô tuyến ngày càng tăng. Hơn nữa, trong bối cảnh mà xu hướng “Internet of Things” đang phát triển mạnh mẽ, đến năm 2020, người ta dự đoán rằng có hàng trăm, thậm chí hàng ngàn thiết bị không dây gắn với mỗi người [1]. Yêu cầu đặt ra là phải tìm ra một kỹ thuật truyền thông không dây mới để kết nối lại chúng lại với nhau mà vẫn đảm bảo băng thông, tốc độ, độ tin cậy và ổn định cao. Trong khi đó, phổ vô tuyến lại là nền tảng của dịch vụ thông tin liên lạc không dây hiện tại và là một nguồn tài nguyên quan trọng nhưng có hạn. Nhu cầu về phổ vô tuyến sẽ ngày càng tăng trong tương lai, đó là lý do tại sao chúng ta cần phải suy nghĩ về cách để tránh một cuộc khủng hoảng đang cận kề trước mắt. Công nghệ truyền thông sử dụng ánh sáng nhìn thấy (Visible Light Communication – VLC) được xem như là một lời giải cho bài toán về băng thông, hiệu quả năng lượng với những ưu điểm ưu việt khác mà công nghệ truyền thông bằng sóng vô tuyến không có được. Với VLC bằng thông sử dụng gần như không giới hạn, không gây xuyên nhiễu nên có thể sử dụng ở các môi trường bệnh viện, sân bay... Nhờ sự phát triển mạnh mẽ của Diode phát quang (Light Emitting Diode – LED) chúng ta có thể xây dựng hạ tầng vừa dùng để chiếu sáng vừa dùng để truyền thông sử dụng nguồn phát ánh sáng là các bóng đèn LED. Với nhiều ưu điểm như hiệu quả chiếu sáng, tiết kiệm điện năng, tuổi thọ cao... LED sẽ giúp chúng ta hiện thực hóa các ý tưởng sử dụng ánh sáng nhìn thấy để truyền dẫn thông tin.

VLC là một công nghệ còn rất mới, tiềm năng của công nghệ này vẫn còn rất lớn và người ta vẫn chưa khai thác hết, nhất là trong bối cảnh các thiết bị “Internet of Things” sẽ phát triển mạnh để “thông minh hóa” dần dần căn nhà, văn phòng, xí nghiệp và tất cả mọi thứ xung quanh con người. Đã có nhiều trường đại học, công ty và nhà nghiên cứu xây dựng được hệ thống hay giao thức truyền tin của kiểu mạng mới này. Tuy nhiên, công nghệ này vẫn chưa được đưa ra thị trường một cách thương mại vì cần phải chờ đợi sự phát triển các cơ sở vật chất cần thiết.

Thông tin quang là một phương thức dùng ánh sáng để truyền dẫn thông tin. Hệ thống thông tin quang bao gồm một đầu phát dùng để mã hóa thông tin thành tín hiệu ánh sáng, kênh truyền dùng để truyền tín hiệu đến đích, đầu thu dùng để tái tạo lại thông tin từ tín hiệu nhận được.

Visible Light Communication - VLC là công nghệ truyền thông không dây bằng cách sử dụng ánh sáng trong dải nhìn thấy có tần số từ 400THz đến 800THz. Việc sử dụng ánh sáng trong dải nhìn thấy (ánh sáng trắng – white light) được cho là sẽ làm giảm nguy hiểm trong các ứng dụng năng lượng cao, vì con người có thể cảm nhận được và có hành động để bảo vệ đôi mắt khỏi hư hại. VLC sử dụng các đi-ốt phát xạ ánh sáng (LEDs), để phục vụ mục đích chiếu sáng và trao đổi dữ liệu giữa các thiết bị đầu cuối.

Các thiết bị sử dụng công nghệ VLC có chứa một photodiode để nhận diện sự thay đổi tín hiệu từ các nguồn sáng. Bên cạnh đó hiện nay đang có một xu hướng là sử dụng cảm biến hình ảnh trong các thiết bị như điện thoại di động hoặc máy ảnh kỹ thuật số để thay cho các photodiode đơn lẻ (Image Sensor Communication - ISC). Các cảm biến hình ảnh không chỉ giúp cho việc thu nhận dữ liệu mà còn cho phép xác định chính xác vị trí của từng nguồn tín hiệu. Thậm chí trong trường hợp tất cả các nguồn sáng đều phát dữ liệu, thì với công nghệ ISC vẫn cho phép nhận và giải mã đúng dữ liệu với từng nguồn sáng mà không bị can nhiễu lẫn nhau.

Nhận thấy những tiềm năng và lợi ích của công nghệ VLC mang lại, rất nhiều các trường đại học, công ty và tổ chức trên thế giới hiện đang đầu tư nghiên cứu để sớm đưa công nghệ này vào đời sống hàng ngày. Thay vì điều chế sóng điện từ để phát đi, người ta chỉ cần điều chế tín hiệu theo tần số, mã hóa rồi đưa vào đèn LED để phát sáng. Khi đó, ta có thể tận dụng ánh sáng để truyền dữ liệu như một giải pháp của công nghệ xanh. Với VLC, một máy tính có thể kết nối vào Internet chỉ bằng cách ở trong một khu vực được chiếu sáng bởi chùm sáng phát ra từ bóng đèn LED, thậm chí người tham gia giao thông cũng có thể dùng đèn xe của mình để truyền nhận dữ liệu với các xe khác. Từ năm 2014, giới truyền thông bắt đầu dùng tên gọi gây ấn tượng mạnh hơn là smart light.

Đã có nhiều trường đại học, công ty và nhà nghiên cứu xây dựng được hệ thống hay giao thức truyền tin của kiểu mạng mới này. Tuy nhiên, công nghệ này vẫn chưa được đưa ra thị trường một cách thương mại vì cần phải chờ đợi sự phát triển các cơ sở vật chất cần thiết.

Trường đại học Edinburgh (Scotland) đã cho ra hệ thống giao tiếp bằng ánh sáng khả kiến thế hệ thứ 5, nó sử dụng đèn LED như một phương tiện để mang lại đường liên lạc có tính mạng lưới, khả năng di động và tốc độ cao theo cách tương tự như Wifi. Nhờ tính hội tụ cao, đèn LED sẽ tạo ra các kênh upload và download riêng biệt một cách dễ dàng.

Kết quả của nhiều năm nghiên cứu cũng đã cho ra đời sản phẩm thương mại đầu tiên vào năm 2013, nó đã được công ty PureLifi bán cho một nhà cung cấp dịch vụ y tế ở Mỹ. Bóng đèn công nghệ này cũng đã có mặt trên thị trường thông qua một số đối tác chính của PureLifi, trong đó có cả những đối tác đến từ ngành công nghiệp bảo mật. Đây cũng là một trong những điểm mạnh của Lifi so với Wifi, đó là bên thứ ba khó có thể can thiệp vào hệ thống mạng này.

Đầu năm 2014, Công ty PureLifi do Haas sáng lập giới thiệu sản phẩm hoàn chỉnh đầu tiên mang tên Li-1st để thực hiện ý tưởng mạng Lifi. Thiết bị Li-1st gồm hai phần, một phần gắn vào đèn, nối với cáp Ethernet, một phần nối với máy tính qua cổng USB. Thiết bị Li-1st chưa được nhỏ gọn nhưng Haas tin rằng bóng đèn và máy tính sẽ được tích hợp chức năng Lifi trong tương lai.

Với những ưu điểm nổi bật, VLC được dự báo sẽ được ứng dụng rộng rãi trong rất nhiều lĩnh vực.

- Giảm tải cho mạng WIFI: Tại những khu vực mà mạng WIFI bị giới hạn về băng thông, ảnh hưởng đến chất lượng dịch vụ, thì công nghệ VLC sẽ là một biện pháp thay thế rất hữu hiệu.
- Nhà thông minh: Với việc tích hợp công nghệ VLC vào các thiết bị chiếu sáng, không chỉ tạo nên mạng chiếu sáng thông minh mà còn tạo thành các điểm truy cập không dây, giúp người sử dụng có thể dễ dàng sử dụng các dịch vụ giải trí cũng như truy cập internet.
- Bệnh viện và chăm sóc sức khỏe: Cung cấp kênh thông tin liên lạc trong bệnh viện, nơi các thiết bị radio không được phép sử dụng vì nhiễu điện từ trường có thể làm ảnh hưởng đến sức khỏe của bệnh nhân. Bên cạnh đó công nghệ này còn có thể xây dựng các ứng dụng xác định vị trí (Location-based Service - LBS) để quản lý bệnh nhân trong toà nhà. Không chỉ có vậy công nghệ này đóng vai trò quan trọng trong lĩnh vực Quân Sự và Quốc phòng khi cho phép truyền thông không dây tốc độ cao trong xe quân sự và máy bay chiến đấu.

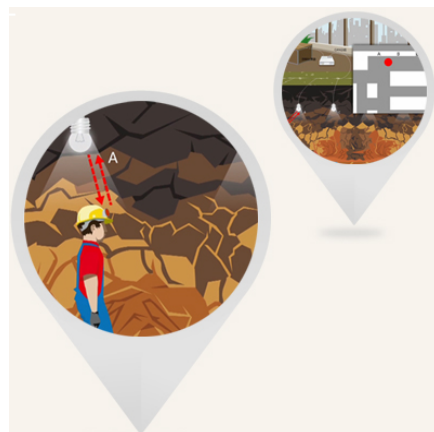
- Doanh nghiệp và Tổ chức An ninh: Corporate and Organisational Security: cho phép sử dụng mạng dữ liệu không dây trong những khu vực tồn tại những nguy cơ về bảo mật.
- Hàng không: cho phép sử dụng dịch vụ dữ liệu không dây, thông tin liên lạc cũng như giải trí mà không gây mất an toàn trong các chuyến bay.
- Sử dụng trong các ứng dụng hiện thực ảo (augmented reality): bằng cách sử dụng các thiết bị di động có gắn camera, người dùng có thể lấy được thông tin về vị trí nhà hàng...
- Môi trường độc hại: cho phép truyền dữ liệu trong các môi trường mà tín hiệu radio không thể thực hiện được, như dầu khí, hoá dầu và khai thác mỏ.
- Truyền thông dưới nước: Như ta đã biết sóng radio không thể truyền được xa trong môi trường nước. Phòng thí nghiệm Nakagawa trong năm 2010 đã thực hiện thành công việc liên lạc giữa thợ lặn và tàu từ khoảng cách 30m, chỉ bằng cách sử dụng một đèn pin ứng dụng công nghệ VLC.

Thực tế là truyền tin bằng ánh sáng khả kiến cung cấp rất nhiều phương pháp truyền không dây không tốn tiền và không bị quản lý. Xung quanh chúng ta có rất nhiều nguồn sáng và hạ tầng hỗ trợ. Thật là lãng phí nếu không tái sử dụng những tài nguyên này, và ánh sáng sẽ là một phần trong tổ hợp các nguồn tài nguyên dùng trong truyền thông không dây của tương lai. Có rất nhiều ứng dụng của VLC được nhiều nhà nghiên cứu trong và ngoài nước đã và đang triển khai, trong đó việc thiết kế hệ thống truyền thông trong hầm mỏ nhằm tạo môi trường giao tiếp giữa trung tâm trên mặt đất với mỗi người công nhân dưới hầm đang rất được quan tâm.

Có rất ít mỏ hầm lò ở nước ta có được phương tiện kỹ thuật cho phép xác định vị trí và hành trình đi lại trong lò của thợ lò. Trong nhiều mỏ hầm lò của Việt Nam, ngoài giếng chính, giếng phụ còn có nhiều cửa lò thông gió, lò xuyên vỉa vận tải, thợ lò có thể đi vào cửa này, đi ra cửa khác... Vì vậy, việc định vị và định tính thợ lò trong khu vực nguy hiểm và nhanh chóng xác định quy mô, biện pháp tổ chức cứu nạn, giải quyết sự cố còn là vấn đề rất khó khăn.

Để giải quyết vấn đề liên lạc trong hầm mỏ, chúng tôi đã thiết kế hệ thống truyền thông bằng ánh sáng khả kiến với các tính năng sau:

- Cho phép truyền dữ liệu Audio, data với tốc độ > 192Kbps.
- Khoảng cách truyền > 2 m.
- Điều kiện chiếu sáng: Ban ngày lẫn đêm.
- Quản lý và theo dõi vị trí của từng công nhân trong hầm mỏ theo thời gian thực.
- Thông tin liên lạc giữa trung tâm điều khiển và thợ mỏ bằng âm thanh trong trường hợp khẩn cấp.
- Thợ mỏ có thể gửi báo động để kiểm soát trung tâm của nút báo động trên mũ bảo hộ thông qua đèn LED.



Hình 1. Hệ thống VLC trong hầm mỏ

II. NGUYÊN LÝ THU PHÁT BẰNG ÁNH SÁNG KHẢ KIẾN

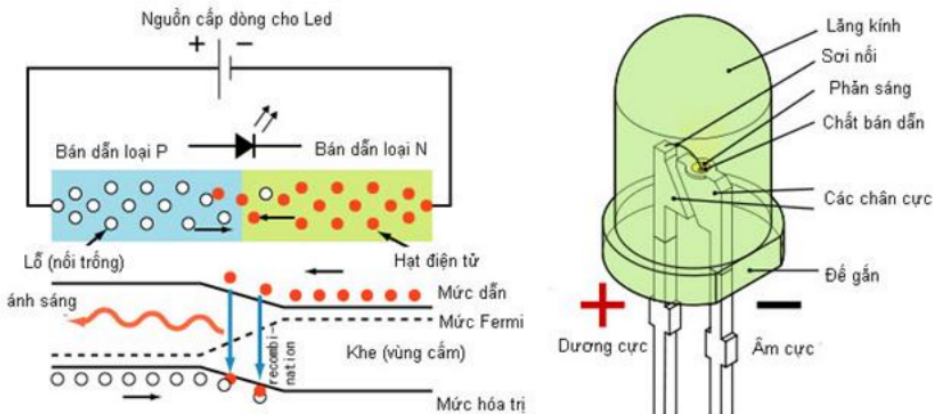
2.1. Khó phát (Transmitter)

2.1.1. Nguồn phát sáng LED

Đèn huỳnh quang và đèn sợi đốt bình thường có độ sáng tắt chậm nên không thể thay đổi trạng thái với tốc độ nano giây vì vậy trong đề tài này chúng tôi sử dụng đèn LED. LED có thể thay đổi

trạng thái với tốc độ rất nhanh, tuổi thọ của LED cũng cao hơn so với các loại đèn phổ thông khác nhưng lại có chi phí rẻ hơn nhiều.

LED – Diode phát quang được cấu tạo từ một khối bán dẫn loại p ghép với một khối bán dẫn loại n. Nguyên lý hoạt động tương tự như diode, chỉ cần phân cực thuận cho LED thì nó sẽ phát sáng. Khối bán dẫn loại p chứa nhiều lỗ trống tự do mang điện tích dương nên khi ghép với khối bán dẫn n chứa các điện tích âm tự do thì các lỗ trống có xu hướng chuyển động khuếch tán sang khối n, cùng lúc đó lớp p lại nhận thêm các điện tích âm từ lớp n chuyển sang. Kết quả là lớp p tích điện âm trong khi lớp n tích điện dương. Ở biên giới hai bên mặt tiếp xúc, một số điện tử bị lỗ trống hút và khi chúng tiến lại gần nhau, chúng có xu hướng kết hợp với nhau tạo thành các nguyên tử trung hòa. Quá trình này có thể giải phóng năng lượng dưới dạng ánh sáng.



Hình 2. Cấu tạo của LED

Với những tính chất riêng đã quy định đặc thù của công nghệ đèn LED và tạo nên những ưu điểm vượt trội khiến đèn LED đánh bại các công nghệ chiếu sáng đã từng tồn tại.

- Hiệu quả: Đèn LED có hiệu suất phát sáng cao hơn bóng sợi đốt và đèn huỳnh quang. Tiêu thụ điện năng thấp so với các bóng đèn thông thường. Nhiệt độ làm việc của bóng đèn LED cao hơn nhiệt độ môi trường khoảng 5-80°C.

- Kích thước: Kích thước của bóng LED rất nhỏ, vì vậy có thể bố trí dễ dàng trên mạch in, các sản phẩm sử dụng công nghệ LED thường có ưu điểm là thiết kế mỏng và trọng lượng nhẹ.

- Thời gian bật tắt nhanh: LED có thời gian bật và tắt cực nhanh kể từ lúc đó tác động về điện (nano giây). Điều này rất quan trọng trong việc truyền thông bằng ánh sáng khả kiến và các lĩnh vực yêu cầu có thời gian đáp ứng nhanh.

- Tuổi thọ đèn cao: Đây là ưu điểm lớn nhất của đèn LED, tuổi thọ của đèn LED vào khoảng 35.000 đến 50.000 giờ (khoảng 6 năm thấp sáng liên tục 24h/ngày), lớn hơn nhiều lần so với bóng huỳnh quang và sợi đốt.

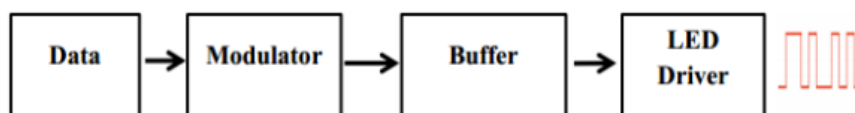
- Độ bền cao: LED được làm từ vật liệu bán dẫn nên rất khó bị phá hủy bởi sự va đập, rơi rớt ...

- An toàn: LED không gây độc hại, rất thân thiện với môi trường, không tia cực tím, không bức xạ tia hồng ngoại, phát nhiệt của ánh sáng thấp, không chứa thủy ngân và những chất có hại.

Trong truyền thông bằng ánh sáng khả kiến sử dụng đèn LED, ánh sáng đèn truyền tải dữ liệu theo cơ chế điều chế biên, cường độ của đèn thay đổi liên tục để mã hóa dữ liệu. Bóng đèn LED thường được mắc chung với transistor hoạt động ở chế độ công tắc điện tử để đảm bảo công suất hoạt động cho LED và điều khiển sáng tắt của đèn. Do đó LED rất nhạy, cường độ của đèn thay đổi tần số đủ cao khiến mắt người không cảm nhận được. đối với mắt người, ánh sáng mang dữ liệu do đèn LED phát ra vẫn ổn định như ánh sáng đèn bình thường.

2.1.2. Kỹ thuật xử lý tín hiệu

Khối phát có chức năng nhận dữ liệu cần truyền để đưa qua khối điều chế sau đó cho đưa qua LED chiếu sáng để truyền đi.



Hình 3. Khối điều chế tín hiệu truyền qua LED

- Data: Đây là dữ liệu đầu vào cần được truyền đi, tùy vào nhu cầu và khả năng đáp ứng của hệ thống thì dữ liệu có thể là âm thanh, hình ảnh, tín hiệu báo hiệu, thông tin ... Thậm chí hệ thống có khả năng xử lý cao thì dữ liệu có thể là tín hiệu truy cập Internet.

- Modulator: Khối điều chế, khối có chức năng điều chế tín hiệu số hoặc tín hiệu tương tự tùy theo ngõ vào Data. Nếu dữ liệu Data là tương tự thì cần phải có thêm khối chuyển đổi tương tự sang số. Khi truyền dữ liệu tốc độ cao với VLC thì rất hạn chế truyền tín hiệu tương tự vì rất dễ bị nhiễu và không thể truyền đi xa. Trong khi điều chế tín hiệu, tín hiệu có thể được ghép với các nguồn tín hiệu khác để tăng tốc độ của hệ thống. Kỹ thuật điều chế sử dụng trong VLC là điều biên OOK, PAM, PPM, PWM... Phương pháp điều chế OOK mặc dù đơn giản nhưng là phương pháp phù hợp nhất với VLC.

- Buffer: Có chức năng đệm tín hiệu, tạo đưa ra dòng và áp ổn định. Bộ đệm này cũng có chức năng khuếch đại khi dòng ra của khối điều chế quá nhỏ.

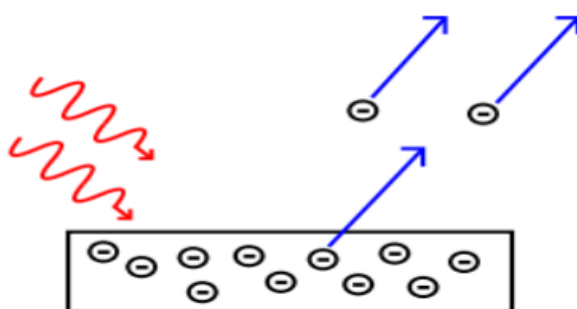
- LED driver: Có chức năng điều khiển công suất tín hiệu ra LED. Để vừa sử dụng LED với mục đích chiếu sáng vừa là một nguồn thông tin liên lạc thì phải có một khối điều khiển công suất để chuyển luồng tín hiệu tốc độ cao ra LED bằng các tín hiệu số.

2.2. Khối thu

2.2.1. Cảm biến photodiode

Photodiode là cảm biến ánh sáng có độ nhạy rất cao, có thể cảm nhận được sự thay đổi ánh sáng ở mức micro hoặc nano giây, sau đó chuyển tín hiệu này thành tín hiệu mở mức thấp/cao. Với công nghệ cảm biến đang phát triển như hiện nay thì tốc độ và độ nhạy của cảm biến có thể tăng hơn nữa.

Nguyên lý hoạt động của Photodiode dựa trên hiện tượng quang dẫn (điện – lượng tử), trong đó các electron được thoát ra khỏi nguyên tử hay vật chất sau khi hấp thụ năng lượng từ các photon trong ánh sáng làm nguyên tử chuyển sang trạng thái kích thích làm bắn electron ra ngoài. Khi bề mặt kim loại được chiếu bởi bức xạ điện từ có tần số lớn hơn tần số ngưỡng thì các điện tích sẽ hấp thụ năng lượng từ các photon và sinh ra dòng điện. Khi các điện tử bị bật ra khỏi bề mặt của tấm kim loại thì đó là hiện tượng quang điện ngoài. Trong Photodiode, phần tử cảm biến ánh sáng và chuyển tín hiệu ánh sáng thành tín hiệu điện. Từ tín hiệu điện đó có thể giải mã và chuyển thành thông tin. Lượng dữ liệu được truyền đi có tần số rất cao vì thế yêu cầu đặt ra đối với các Photodiode là phải có tốc độ đáp ứng và độ phù hợp để thu được tín hiệu tốt nhất. Hơn nữa, cảm biến thu còn phải có bộ lọc nhiễu quang học để loại bỏ bớt những phần ánh sáng nhiễu không mong muốn.

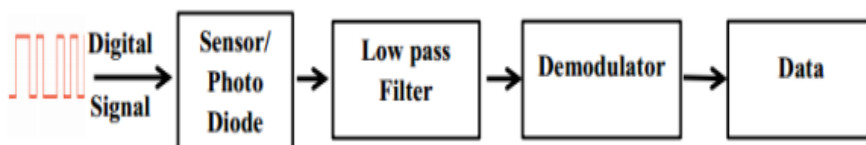


Hình 4. Nguyên lý hoạt động của Photodiode

2.2.2. Xử lý tín hiệu

Khối thu có chức năng nhận dữ liệu số của khối phát dưới dạng sóng ánh sáng, dựa vào tần số ánh sáng đã truyền đi. Khối thu nhận ánh sáng bằng các cảm biến photodiode, chuyển tín hiệu xung

ánh sáng thành tín hiệu điện dưới dạng số. sau đó các khối chức năng còn lại trong khối thu sẽ làm nhiệm vụ khuếch đại, giải điều chế, giải mã ... để thu về dữ liệu ban đầu.



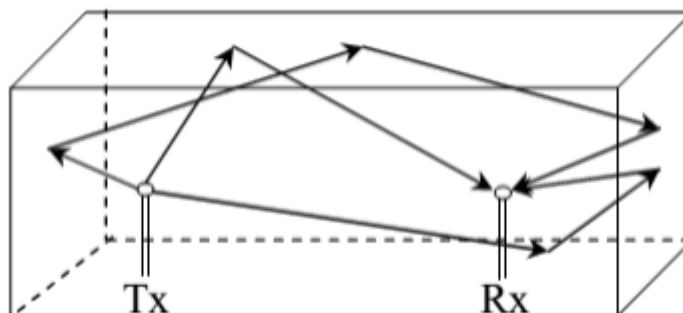
Hình 5. Khối điều chế tín hiệu thu từ Photodiode

- Lọc và khuếch đại: Ánh sáng sau khi truyền một quãng đường để đến được phía thu không chỉ có những chùm sáng trực tiếp mà còn có những ánh sáng bị phản xạ, tán xạ. Tín hiệu đến được phía thu rất nhỏ và có khả năng nhiễu không thể đáp ứng yêu cầu để giải điều chế vì thế phải có một khối lọc nhiễu và khuếch đại tín hiệu lên một mức cần thiết trước khi thực hiện giải điều chế và giải mã tín hiệu.

- Demodulator: Giải điều chế tín hiệu vừa được khuếch đại và lọc nhiễu đưa về tín hiệu, dữ liệu ban đầu. Các khối giải điều chế được sử dụng hiện nay chủ yếu là xử lý sóng mang – sóng điện từ, cần phải chuyển tín hiệu sóng mang cùng với thành phần tần số, biên độ, pha. Với khối thu trong hệ thống VLC thì dễ dàng giải điều chế và xử lý hơn vì tín hiệu đã là tín hiệu số.

2.3. Cự ly

Khi truyền từ môi trường này qua môi trường khác thì ánh sáng có thể bị tán sắc, phản xạ, khúc xạ, tuy nhiên tần số của nó thì không thay đổi. Đó là lợi thế của việc sử dụng sóng ánh sáng trong truyền thông giữa các môi trường trong suốt vì sẽ không bị ảnh hưởng lớn, nhất là ở môi trường nước. Hạn chế của VLC là không thể truyền thông tin ở khoảng cách quá xa, nơi có nhiều khúc xạ hoặc bị che mất tầm nhìn. Điều bắt buộc trong thông tin truyền ánh sáng khả kiến đó là khối phát và khối thu phải nhìn thấy nhau, có thể trực tiếp hoặc qua một vật phản xạ mạnh.



Hình 6. Các hướng phát sáng

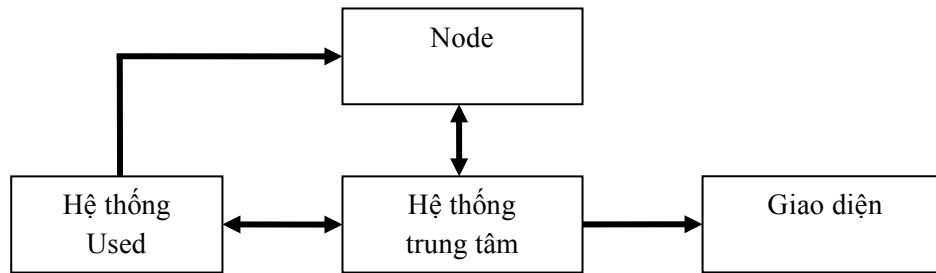
Khoảng cách từ khối phát đến khối thu còn phụ thuộc vào cường độ của bóng đèn hay là công suất cung cấp cho bóng đèn. Tuy nhiên, cần phải quan tâm đến tiết kiệm năng lượng và an toàn cho mắt người. Các thiết bị cảm biến tần số ánh sáng có độ nhạy rất cao, có thể nhận biết được cả những tia sáng nhỏ. Giải pháp cho việc truyền thông tin cho nhiều người là thiết lập hệ thống đèn bao gồm nhiều đèn và phát định hướng, vì đèn LED có tính định hướng rất cao.

III. XÂY DỰNG MÔ HÌNH HỆ THỐNG

Thực tế là truyền tin bằng ánh sáng khả kiến cung cấp rất nhiều phương pháp truyền không dây không tốn tiền và không bị quản lý. Xung quanh chúng ta có rất nhiều nguồn sáng và hạ tầng hỗ trợ. Thật là lãng phí nếu không tái sử dụng những tài nguyên này, và ánh sáng sẽ là một phần trong tổ hợp các nguồn tài nguyên dùng trong truyền thông không dây của tương lai. Có rất nhiều ứng dụng của VLC được nhiều nhà nghiên cứu trong và ngoài nước đã và đang triển khai, trong đó việc thiết kế hệ thống truyền thông trong hầm mỏ nhằm tạo môi trường giao tiếp giữa trung tâm trên mặt đất với mỗi người công nhân dưới hầm đang rất được quan tâm.

3.1. Thiết kế phần cứng

3.1.1. Tổng quan hệ thống phần cứng



Hình 7. Sơ đồ khối hệ thống truyền thông bằng ánh sáng trong hầm mỏ

3.1.2. Hệ thống trung tâm

Phần lõi của hệ thống trung tâm là CPU. Nó có nhiệm vụ nhận tín hiệu ID của mỗi công nhân từ các cảm biến ánh sáng để hiển thị lên giao diện máy tính nhằm xác định vị trí của người công nhân đó, thực hiện công việc xử lý theo các giải thuật đã lập trình, tiếp theo nó có nhiệm vụ chuyển tải dữ liệu từ trung tâm trên mặt đất xuống các thợ mỏ thông qua bóng đèn(LED) được lắp đặt dưới hầm.

Ngoài ra nó còn nhiệm vụ là chia khe thời gian cho từng node trong hầm để tín hiệu được truyền từ các node đến trung tâm không bị trùng lặp.

Tín hiệu truyền từ trung tâm đến các node và ngược lại sẽ được truyền trực tiếp trên nguồn điện 220V thông qua module Powerline Communication.

Power Line Communication (PLC) là một công nghệ truyền thông cho phép gửi dữ liệu qua cáp điện hiện có. Điều này có nghĩa rằng, chỉ với dây cáp điện chạy vào một thiết bị điện tử (ví dụ) có thể kiểm soát thời gian cùng truyền dữ liệu lên và lấy dữ liệu từ nó một cách half-duplex.



Hình 8. Module PLC

- Module năng lượng: 6.5 20VDC
- Module Output Power: 5VDC 100mA
- Tốc độ truyền: 1200,2400,4800,9600 (mặc định 9600) chẵn, không có tùy chọn chẵn lẻ
- Loại giao diện: giao diện nối tiếp TTL mức RXD, TXD
- Môi trường làm việc: 220V 50 / 60Hz hoặc điện áp thấp DC
- Truyền thông cách: 1500m (khoảng cách truyền thông cụ thể tùy thuộc vào môi trường ứng dụng)
- Mỗi chiều dài khung: không giới hạn
- Power Line Carrier Frequency: 110kHz
- Hệ thống Modem: FSK
- Truyền chế độ: chế độ truyền tải bình thường chế độ / zero-truyền
- Nhiệt độ làm việc: -20 ° C ~ + 70 ° C
- Kích thước: 4.8 x 1.3cm x2.8cm (L x W x H)

3.1.3. Node

Mỗi node trong hàm sẽ được lắp đặt 1 cảm biến ánh sáng để thu tín hiệu phát ra từ đèn Led trên mũ bảo hộ của mỗi người công nhân chuyển đến hệ thống trung tâm (ID, báo hiệu bằng nút nhấn trên mũ bảo hộ) và một bóng đèn để truyền tín hiệu từ trung tâm đến các công nhân.

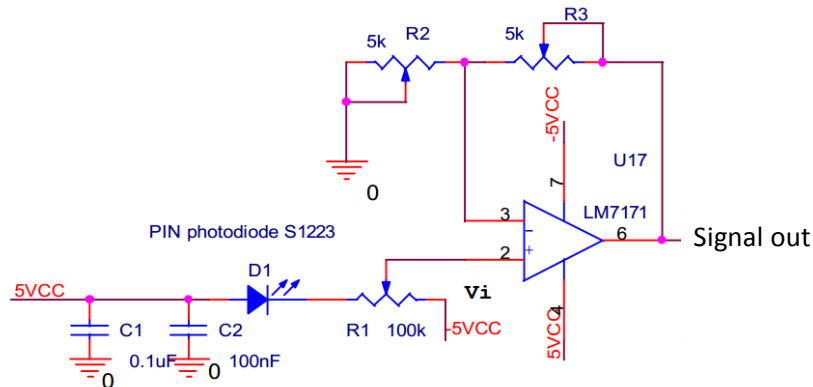
3.1.3.1 Node thu

Trong node thu có một bộ cảm biến ánh sáng và module Power line communication.

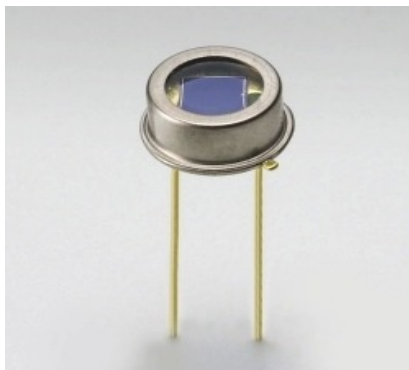
Photodiode là một thiết bị bán dẫn chuyển đổi ánh sáng thành dòng. Dòng điện được tạo ra khi các photon được hấp thụ trong các photodiode. Photodiodes có thể chứa các bộ lọc quang học, tích hợp ống kính, và có thể có diện tích bề mặt lớn hoặc nhỏ. Việc phổ biến, di động truyền thông năng lượng mặt trời được sử dụng để tạo ra năng lượng mặt trời điện là một photodiode khu vực rộng lớn.



Hình 9. Ảnh node thu ID



Hình 10. Sơ đồ mạch thu ID



Hình 11. Photodiode

Mạch thu ánh sáng sử dụng photodiode để nhận tín hiệu được truyền qua ánh sáng. Tín hiệu thu được qua mạch khuếch đại làm tăng biên độ rồi đưa vào module Powerline Communication để truyền tín hiệu lên đường dây tải điện 220v truyền về trung tâm.

3.1.3.2 Node phát

Node phát là một bóng đèn vừa dùng để chiếu sáng trong hầm mỏ vừa để truyền tín hiệu trung tâm gửi xuống. Các tín hiệu gửi xuống từ trung tâm có thể là báo động hoặc thông báo thông tin.

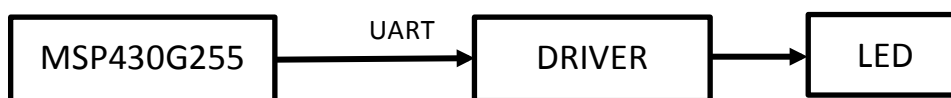
3.1.4 User (công nhân)

Hệ thống sẽ được lắp đặt trên mũ bảo hộ của người công nhân mỏ. Mỗi đèn Led trên mũ sẽ được đặt 1 ID với một chu kỳ nháy nhất định và không được trùng lặp nhau (ID sẽ dựa trên mã số công nhân của họ). Mục đích của việc làm này là tránh nhiễu tín hiệu khi cảm biến ánh sáng thu được cùng lúc nhiều ID của nhiều người thợ mỏ.

Nút nhấn trên mũ bảo hộ có nhiệm vụ phát tín hiệu SOS đến cảm biến ánh sáng xung quanh hầm để thông báo cho trung tâm biết người công nhân đó cần sự trợ giúp.

Ngoài ra, trên mỗi mũ bảo hộ sẽ được thiết kế cảm biến ánh sáng để thu tín hiệu từ trung tâm chuyên đến.

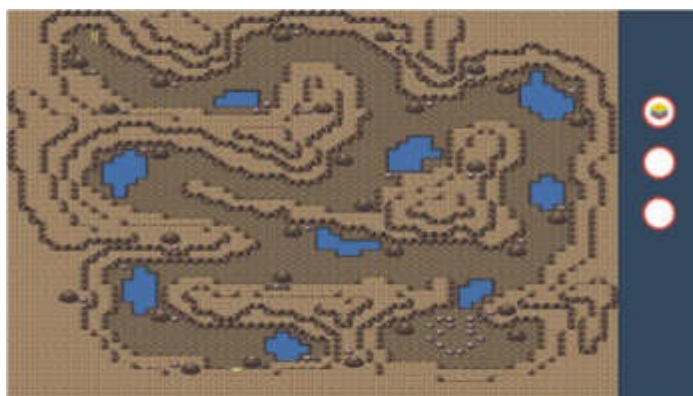
Tín hiệu được phát ra led trên mũ của người công nhân. Mạch phát ID sử dụng vi điều khiển MSP430G2553 phát ID của công nhân bằng giao tiếp UART tạo xung PWM điều khiển việc sáng tắt của đèn led để truyền tín hiệu.



Hình 12. Sơ đồ mạch phát ID trên mũ công nhân

3.2. Thiết kế phần mềm

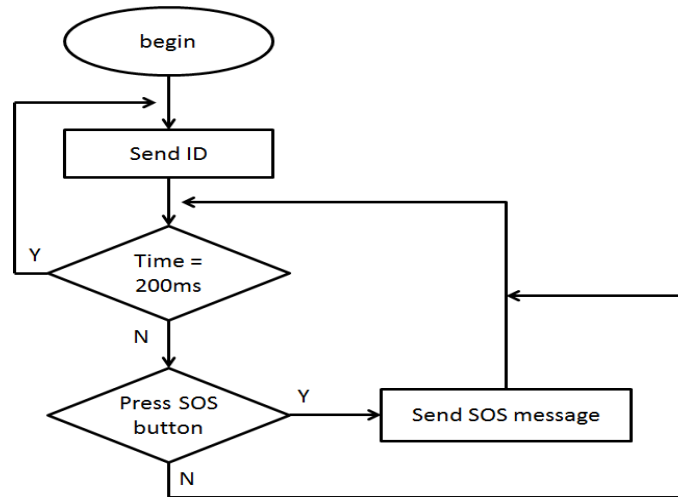
3.2.1. Phần mềm giao diện trên máy tính



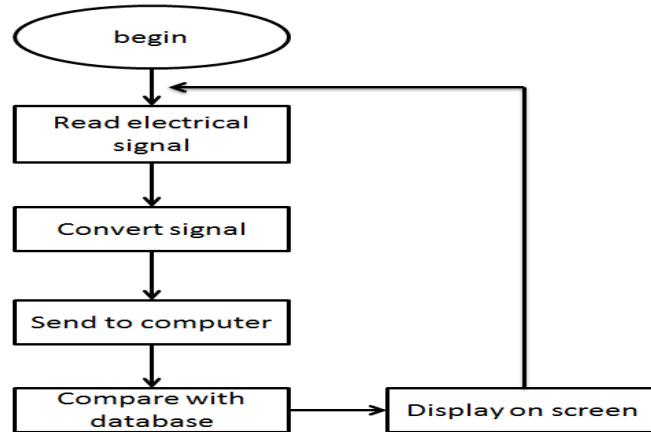
Hình 13. Giao diện trên máy tính

Để định vị được vị trí của công nhân một cách chính xác và trực quan, chúng tôi đã xây dựng nên một phần mềm trên máy tính. Phần mềm gồm một bản đồ chính xác của hầm mỏ và hiển thị cả vị trí của công nhân dưới dạng các chấm đỏ.

3.2.2. Lưu đồ thuật toán hệ thống



Hình 14. Lưu đồ thuật toán khối phát ID



Hình 15. Lưu đồ thuật toán khối thu

V. KẾT LUẬN

Sau khoảng gần 3 tháng nghiên cứu và thực hiện đề tài, chúng tôi đã đạt được những kết quả sau:

- Hiểu được tổng quan về kỹ thuật truyền thông sử dụng ánh sáng khả kiến
- Phân tích rõ và so sánh giữa VLC và các chuẩn truyền thông không dây khác
- Đưa ra những tiềm năng ứng dụng VLC vào thực tế
- Hiểu rõ những kỹ thuật cơ bản được sử dụng trong VLC: Khối phát, thu, các vấn đề về cảm biến, tần số, nhiễu, bảo mật...

- Mô hình "truyền thông bằng ánh sáng khả kiến trong hầm mỏ" đã đạt được yêu cầu thiết kế ban đầu tuy vẫn còn một vài tồn tại chưa xử lý được.

Tuy nhiên, mô hình vẫn còn một số hạn chế chưa được khắc phục:

- Vẫn còn xảy ra hiện tượng nhiễu gây sai lệch tín hiệu
- Thông tin chưa thể truyền đi xa với nguồn ánh sáng phân tán
- Chưa xử lý được nhiễu tín hiệu khi truyền trên đường dây tải điện 220V/50Hz.

Chúng tôi nhận thấy đây là một đề tài hay, bổ ích, có tính thực tế cao và có tầm nhìn rộng có thể cung cấp cho chúng tôi nhiều kinh nghiệm và hiểu biết phục vụ cho học tập, nghiên cứu cũng như triển khai các dự án vào thực tế sau này.

Chúng tôi tiếp tục phát triển mô hình để khắc phục những nhược điểm còn tồn tại như tăng độ nhạy của cảm biến thu, tăng khoảng cách truyền tin, sử dụng các kỹ thuật điều chế tối ưu hơn, tìm

cách khắc phục nhiễu tín hiệu trên đường dây tải điện, phát triển thêm các tính năng mới để có thể ứng dụng vào thực tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] <https://www.tinhte.vn/threads/mot-vai-thong-tin-ve-li-fL-mang-khong-day-su-dung-anh-sang-kha-kien-va-cac-bong-den-led.2348983/>.
- [2] Thái Anh Tài, Visible Light Communication for Audio Streaming, 2015.
- [3] Toshihiko Komine, “Visible Light Wireless Communications and Its Fundamental Study”, 2005.
- [4] João Paulo Barraca, Luis Nero Alves, Mónica Figueiredo, Electronic Shelf Labeling Employing Visible Light Communication Concepts, 2014
- [5] Lennart Pieter Klaver, Design of a network stack for directional visible_ Master Thesis, 2014
- [6] L. Grobe, A. Paraskevopoulos, J. Hilt, D. Schulz, F. Lassak, F. Hartlieb, C. Kottke, V. Jungnickel, K. Langer, “High-Speed Visible Light Communication Systems”, IEEE Communications Magazine, vol. 51, no. 12, pp. 60 - 66, Dec, 2013.
- [7] Chung Ghiu Lee - Chosun University, Visible light data transmission, 2014.
- [8] <http://www.vcci.com.vn/cong-nghe/20140910084740816/anh-sang-thong-minh.htm>.