



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0037575

(51)^{2020.01} H04L 9/08; H05B 45/00; H04M 11/00

(13) B

(21) 1-2022-00229

(22) 13/01/2022

(67) 2-2022-00014

(45) 27/11/2023 428

(43) 25/03/2022 408

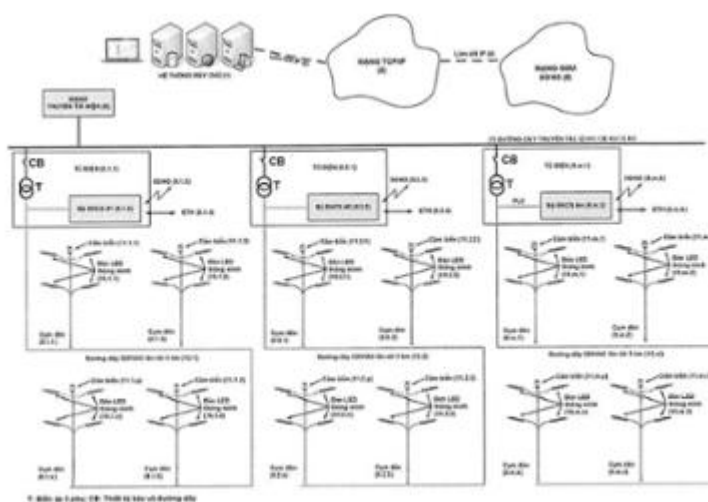
(73) Công ty TNHH Allypark công nghiệp (VN)

X1 Lô 37+38 khu tái định cư Pháp Vân, phường Hoàng Liệt, quận Hoàng Mai, thành phố Hà Nội, Việt Nam

(72) Phùng Văn Hà (VN); Lưu Hoàng Long (VN).

(54) PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN CHIẾU SÁNG, HỆ THỐNG VÀ THIẾT BỊ CHIẾU SÁNG THÔNG MINH SỬ DỤNG CÔNG NGHỆ LED VÀ TRUYỀN DẪN DỮ LIỆU TRÊN ĐƯỜNG DÂY CẤP NGUỒN

(57) Sáng chế đề cập đến giải pháp chiếu sáng thông minh, cụ thể hơn là đến phương pháp điều khiển chiếu sáng, hệ thống và thiết bị chiếu sáng thông minh sử dụng công nghệ LED và truyền dẫn dữ liệu trên đường dây cấp nguồn. Sáng chế sử dụng phương thức truyền dẫn dữ liệu trên đường dây cấp nguồn sử dụng kỹ thuật điều chế OFDM có băng thông nằm trong khoảng từ 2 đến 10 MHz truyền thông các dữ liệu chiếu sáng trong hệ thống chiếu sáng với tốc độ lên tới 2,048 Mbps để nâng cao đáng kể tính thời gian thực của hệ thống chiếu sáng. Các dữ liệu chiếu sáng cũng được mã hóa bảo mật với cặp khóa chính và khóa phụ theo phương thức trao đổi và tạo khóa cải tiến để tối ưu hóa tính bảo mật thông tin của hệ thống chiếu sáng.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp điều khiển chiếu sáng, hệ thống và thiết bị chiếu sáng, cụ thể hơn là đến phương pháp điều khiển chiếu sáng, hệ thống và thiết bị chiếu sáng thông minh sử dụng công nghệ LED và truyền dẫn dữ liệu trên đường dây cấp nguồn, có thể tạo ra khả năng truyền thông theo thời gian thực và tính bảo mật thông tin được tối ưu, có thể được ứng dụng thích hợp trong các thành phố thông minh hoặc những nơi tương tự.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Từ xa xưa, loài người đã biết dùng lửa thông qua các vật liệu thô sơ như củi, nến, dầu thực vật để chiếu sáng ban đêm hoặc chiếu sáng các khu vực ánh sáng yếu vào ban ngày phục vụ các hoạt động sống của con người. Kể từ đó, cùng với sự tiến hóa của loài người và sự ra đời của máy phát điện, các kỹ thuật chiếu sáng mới đã được phát minh theo hướng tiện lợi hơn, hiện đại hơn, và tốt hơn cho cuộc sống con người. Những mốc lịch sử then chốt của kỹ thuật chiếu sáng mới được khởi đầu là loại đèn chiếu sáng bằng kỹ thuật hồ quang của Humphrey Davy ra đời năm 1802; tiếp đến là loại đèn chiếu sáng bằng sợi đốt của Thomas Alva Edison ra đời năm 1879; loại đèn chiếu sáng bằng hơi thủy ngân của Peter Cooper Hewitt ra đời năm 1901; loại đèn chiếu sáng bằng bột huỳnh quang ra đời năm 1937; và loại đèn chiếu sáng bằng công nghệ bán dẫn diode phát sáng (LED) ra đời năm 1962. Tới thời điểm hiện nay, các loại đèn chiếu sáng LED ngày càng chiếm ưu thế và đang thay thế dần các loại đèn cao áp natri, đèn sợi đốt, và đèn huỳnh quang do có các ưu điểm vượt trội như: tiết kiệm năng lượng; không phát thải chất khí độc hại; vật liệu và sản xuất thân thiện môi trường; giá thành cạnh tranh; điều khiển cường độ và màu sắc dễ dàng, thân thiện và phù hợp với nhiều không gian sống của con người.

Cùng với sự ra đời và phát triển mạnh mẽ của các loại đèn chiếu sáng thương mại, phổ biến đối với con người như đèn cao áp natri, đèn sợi đốt, đèn huỳnh quang, đèn LED, các hệ thống chiếu sáng, điều khiển chiếu sáng đi kèm cũng ngày càng phát triển mạnh mẽ. Từ các hệ thống đơn giản như tắt/bật bằng tay cho đến

các hệ thống tắt/bật tự động, và ngày càng thông minh hơn thông qua các hệ thống cảm biến môi trường, cảm biến chuyển động. Sự phát triển vượt bậc của công nghệ thông tin, dịch vụ và hạ tầng truyền dẫn (vô tuyến và hữu tuyến), cùng với sự phát triển của kinh tế - xã hội, đời sống của con người được nâng cao với các nhu cầu đi lại, giải trí, giao lưu, lễ hội, đã tạo ra những tiến bộ vượt bậc của các hệ thống chiếu sáng thông minh nói chung, và hệ thống chiếu sáng thông minh dùng cho chiếu sáng công cộng nói riêng phục vụ các nhu cầu sinh hoạt của con người.

Các hệ thống chiếu sáng thông minh công cộng bao gồm các thành phần chính: các đèn chiếu sáng có điều khiển (tích hợp môđun điều khiển đèn); các thiết bị cảm biến; các Tủ Điều Khiển Chiếu Sáng trung gian (TĐKCS); Trung Tâm Điều Khiển Chiếu Sáng (TTĐKCS) bao gồm hệ thống máy chủ, phần mềm điều khiển và quản lý; và hạ tầng truyền dẫn. Có thể kể đến một số hệ thống chiếu sáng thông minh điển hình và tương đối phổ biến trên thế giới như: hệ thống điều khiển chiếu sáng TRILLIANT; hệ thống điều khiển chiếu sáng INTERACT CITY - SIGNIFY; hệ thống điều khiển chiếu sáng LUXICOM; hệ thống điều khiển chiếu sáng OWLET - SCHREDER; hệ thống điều khiển chiếu sáng PANASONIC; hệ thống điều khiển chiếu sáng VS LIGHTING; hệ thống điều khiển chiếu sáng inteliLIGHT; hệ thống điều khiển chiếu sáng TVILIGHT; hệ thống điều khiển chiếu sáng GE LightGrid; hệ thống điều khiển chiếu sáng PHILIPS CityTouch; hệ thống điều khiển chiếu sáng THORN Telea; tùy thuộc vào thực hiện chi tiết của mỗi nhà phát triển, mà các thành phần chính này liên kết với nhau theo một hoặc nhiều phương thức khác nhau hoặc tương đồng nhau. Tuy nhiên, các hệ thống này đều có quy trình quản lý, điều khiển, và giám sát tương đồng nhau về chức năng. Cụ thể hơn như được nêu ra dưới đây.

Thành phần đèn chiếu sáng được điều khiển tắt/bật, thay đổi cường độ sáng, thay đổi màu sắc ánh sáng bởi môđun điều khiển đèn tích hợp theo các cơ chế tự động thông qua các lệnh điều khiển hoặc lịch chiếu sáng gửi từ TĐKCS. Môđun điều khiển tích hợp cũng đo các thông số năng lượng như điện áp, dòng điện, công suất, hệ số công suất, giám sát các trạng thái hoạt động của đèn chiếu sáng, và gửi các thông số điện năng và trạng thái về TĐKCS. Sự khác nhau của thành phần đèn chiếu sáng này giữa các hệ thống hoặc nhà sản xuất thường là nằm ở: công nghệ phát sáng như LED hoặc cao áp natri; công suất đèn; hiệu suất quang thông lm/W,

LUX; tuổi thọ đèn; cơ chế điều khiển PWM (Pulse Width Modulation), 0-10V, hoặc DALI (Digital Addressable Lighting Interface); phân bố ánh sáng; phương thức giao tiếp giữa các đèn chiếu sáng; phương thức giao tiếp giữa đèn chiếu sáng và TĐKCS.

Thành phần thiết bị cảm biến được sử dụng để thu nhận các thông tin môi trường như cường độ ánh sáng mặt trời, nhiệt độ, độ ẩm, phát hiện người và phương tiện giao thông. Các thông tin này được gửi về TĐKCS, sau đó được gửi về TTĐKCS. Hệ thống phần mềm tại trung tâm sẽ căn cứ vào dữ liệu cảm biến để đưa ra các lệnh điều khiển đèn thích hợp. Trường hợp mất kết nối với trung tâm, TĐKCS sẽ căn cứ vào dữ liệu cảm biến và các chế độ đã được cài đặt trước để đưa ra các lệnh điều khiển đèn chiếu sáng. Sự khác nhau của thành phần thiết bị cảm biến này giữa các hệ thống hoặc nhà sản xuất thường là nằm ở: độ nhạy; độ chính xác; tốc độ cảm biến; giao tiếp giữa các cảm biến và TĐKCS.

Thành phần TĐKCS sẽ điều khiển trực tiếp các đèn chiếu sáng theo các lệnh từ TTĐKCS, đồng thời thu nhận thông tin năng lượng, trạng thái từ mỗi đèn rồi gửi về TTĐKCS. TĐKCS cũng thu nhận các thông tin cảm biến rồi gửi về TTĐKCS hoặc chủ động xử lý và điều khiển đèn trong trường hợp mất kết nối với TTĐKCS. Cũng trong trường hợp mất kết nối, TĐKCS sẽ lưu trữ tạm thời các thông tin trạng thái đèn chiếu sáng, dữ liệu cảm biến, và cập nhật lên TTĐKCS khi kết nối được khôi phục. Sự khác nhau của thành phần tử điều khiển chiếu sáng này giữa các hệ thống hoặc nhà sản xuất thường là nằm ở: số lượng đèn chiếu sáng, số lượng cảm biến mỗi TĐKCS đảm nhận được; phương thức giao tiếp giữa TĐKCS và đèn chiếu sáng; phương thức giao tiếp giữa TĐKCS và cảm biến; phương thức giao tiếp giữa TĐKCS và TTĐKCS; khả năng mở rộng kết nối tới các TTĐKCS của các nhà sản xuất khác.

Thành phần TTĐKCS là thành phần phức tạp nhất trong hệ thống chiếu sáng thông minh, nó bao gồm hệ thống máy chủ và phần mềm quản lý, điều khiển, giám sát toàn bộ các thiết bị như các TĐKCS, các đèn chiếu sáng, và các thiết bị cảm biến của mỗi hệ thống. TTĐKCS thực hiện các chức năng chính sau: điều khiển tắt/bật/dimming các đèn chiếu sáng trong hệ thống bằng tay hoặc tự động theo kế hoạch cài đặt trước và/hoặc dựa trên phân tích dữ liệu của các cảm biến; giám sát các trạng thái hoạt động của đèn; thu nhận, lưu trữ, phân tích dữ liệu năng lượng

của các đèn chiếu sáng và lập báo cáo tiêu thụ năng lượng, từ đó phục vụ việc quản lý tiết kiệm năng lượng thông qua thích ứng kế hoạch chiếu sáng; thu nhận và phân tích dữ liệu cảm biến phục vụ các kế hoạch chiếu sáng phù hợp theo các điều kiện thời tiết khác nhau; hiển thị trực quan các thông tin về TĐKCS, cảm biến, đèn chiếu sáng thông qua hệ thống GIS và các giao diện đồ họa; quản lý sự cố và cảnh báo sự cố theo thời gian thực, chính xác vị trí đèn, chính xác vị trí TĐKCS, chính xác vị trí cảm biến, gửi các cảnh báo thông qua hệ thống tin nhắn SMS và thư điện tử, từ đó tiết giảm được chi phí giám sát, bảo trì và sửa chữa. Sự khác nhau của thành phần trung tâm điều khiển chiếu sáng này giữa các hệ thống hoặc nhà sản xuất thường là nằm ở: số lượng đèn, số lượng TĐKCS, số lượng cảm biến mà TTĐKCS đảm nhiệm; các chức năng được thực hiện; phương thức giao tiếp giữa TTĐKCS và TĐKCS; khả năng mở rộng kết nối tới TĐKCS của các nhà sản xuất khác.

Thành phần hạ tầng truyền dẫn thực hiện việc trao đổi thông tin giữa các đèn chiếu sáng với nhau, giữa cảm biến với TĐKCS, giữa đèn chiếu sáng với TĐKCS, giữa TĐKCS với TTĐKCS. Hạ tầng truyền dẫn có thể là vô tuyến (GPRS, RF, Zigbee, Narrow IoT, LoraWAN, 3G/4G) hoặc hữu tuyến (PLC, Ethernet, ADSL). Mỗi nhà sản xuất, tùy thuộc vào cách thực hiện, sẽ chọn một hoặc nhiều hạ tầng truyền dẫn thích hợp cho các thiết bị trong hệ thống. Tuy nhiên, mỗi hình thức truyền dẫn sẽ ảnh hưởng đến khả năng triển khai thực tế, đến tốc độ trao đổi thông tin giữa các thành phần, đến độ ổn định của kết nối, đến chi phí giá thành của các thiết bị.

Đối với việc triển khai các hệ thống chiếu sáng thông minh công cộng ở Việt Nam hiện nay, *điểm hạn chế đầu tiên* có thể thấy là tất cả các hệ thống này đều được phát triển và sản xuất bởi các công ty hoặc tập đoàn nước ngoài, do đó giá thành hệ thống cao, thậm chí rất cao, và bị phụ thuộc, dẫn đến khả năng triển khai rộng rãi bị hạn chế do tổng chi phí đầu tư ban đầu cao, chi phí bảo trì thay thế cao, mặc dù về lâu dài hệ thống mang lại nhiều lợi ích kinh tế và xã hội. Đối với sự phát triển trong nước, đều chỉ phát triển một số thành phần hệ thống mang tính đơn lẻ như chỉ tập trung vào thành phần TTĐKCS hoặc một số công ty chỉ tập trung lắp ráp các môđun thành TĐKCS với các chức năng đóng/cắt đơn giản các lộ đèn mà không có trao đổi thông tin giữa đèn và TĐKCS, một số công ty chỉ tập trung sản

xuất và lắp ráp các đèn chỉ đơn thuần chiếu sáng. Do đó, việc kết hợp giữa các đơn vị trong nước để tạo ra một hệ thống chiếu sáng thông minh công cộng là khó khả thi và dẫn đến thiếu chuẩn hóa để dễ dàng quản lý, điều khiển, mở rộng, và giảm giá thành hệ thống.

Điểm hạn chế thứ hai của các hệ thống trên nằm ở chỗ mỗi nhà sản xuất luôn căn cứ vào thương hiệu và sự phát triển của mình để tạo ra các thiết kế thiết bị, phần mềm có tính bản quyền cao với các giao thức trao đổi dữ liệu riêng, đồng thời đảm bảo các tiêu chuẩn chất lượng và tối ưu giá thành sản xuất, do đó tính lặp lại, mở rộng và chia sẻ dữ liệu giữa các hệ thống vẫn đang là nhu cầu cấp thiết. Nhiều tiêu chuẩn mở hiện nay như OPC-UA, DALI đã được sử dụng cho các hệ thống chiếu sáng thông minh công cộng với nhiều tên tuổi lớn như GE, PHILIPS, THORN, OSRAM, PANASONIC, và đang trở thành các tiêu chuẩn phổ biến nhằm tạo ra sự hợp nhất giữa các nhà sản xuất trong lĩnh vực chiếu sáng, điều khiển và quản lý chiếu sáng. Xu hướng này đặt nhiều đơn vị sử dụng vào tình huống phải thay đổi, nâng cấp, thậm chí loại bỏ hoàn toàn các hệ thống cũ. Tuy nhiên, việc trang bị các hệ thống mới tiên tiến cũng đặt ra yêu cầu phải phát triển các hạ tầng lưới điện, hạ tầng viễn thông, công nghệ thông tin, và các hàng lang pháp lý đồng bộ. Đây cũng là một thách thức không nhỏ và không dễ dàng đối với các nước đang phát triển, có ngân sách hữu hạn và hạ tầng phát triển chưa đồng bộ như Việt Nam.

Điểm hạn chế thứ ba của các hệ thống nằm ở phương thức giao tiếp giữa các đèn chiếu sáng, giữa các đèn chiếu sáng với TĐKCS, và giữa các bộ cảm biến với TĐKCS. Các phương thức này hiện nay hoặc là vô tuyến (GPRS, NB-IoT, RF Mesh, Zigbee, LoraWAN, WIFI, 3G/4G) hoặc là hữu tuyến (PLC, Ethernet, ADSL). Mỗi phương thức truyền dẫn này, ngoài những ưu điểm vốn có đáp ứng các yêu cầu nhất định, cũng có những hạn chế cụ thể khi ứng dụng vào trong các hệ thống chiếu sáng thông minh công cộng như được nêu ra dưới đây.

GPRS là một dịch vụ gói dữ liệu chung, chạy trên nền tảng mạng vô tuyến GSM 2G và 3G. Dịch vụ này có tốc độ từ 56 kbps tới 114 kbps tùy thuộc điều kiện mạng. Với tốc độ phát triển hạ tầng mạng 4G/5G, và nhu cầu băng thông dịch vụ ngày càng cao, GPRS đang trở nên không phổ biến và bị thay thế bởi các dịch vụ truy nhập tốc độ cao mới. Ngoài ra, sử dụng GPRS yêu cầu mỗi thiết bị phải có 1 thẻ SIM tương ứng với 1 đầu số, có thể dẫn đến cạn kiệt kho số của nhà cung cấp

dịch vụ khi số lượng thiết bị tăng lên. Tốc độ thấp, cũng độ trễ gói không xác định phụ thuộc điều kiện mạng của GPRS cũng không thích hợp với yêu cầu thời gian thực của hệ thống chiếu sáng khi số lượng thiết bị tăng lên ngày càng nhiều.

NB-IoT là một công nghệ truyền dẫn dữ liệu băng hẹp, có hiệu quả chi phí khi chạy trên nền tảng mạng 3G/4G-LTE. Với băng thông từ 180 kHz tới 200 kHz, công nghệ này cho phép tốc độ dữ liệu tải về hoặc 26 kbps (với LTE Cat NB1) hoặc 127 kbps (với LTE Cat NB2) và tốc độ tải lên hoặc là từ 16,9 đến 66 kbps (với LTE Cat NB1) hoặc là 159 kbps (với LTE Cat NB2). Độ trễ mạng khoảng từ 1 tới 10 giây. NB-IoT có những hạn chế căn bản sau: khi các thiết bị đèn, cảm biến, TĐKCS sử dụng phương thức này, sẽ yêu cầu nhà cung cấp dịch vụ phải phủ sóng dịch vụ NB-IoT trên hạ tầng mạng của họ, tương tự với việc phủ sóng các dịch vụ 3G/4G-LTE khác. Tuy nhiên, vì tốc độ thấp, độ trễ lớn, thiết bị đầu cuối NB-IoT chưa phổ biến, nên việc phủ sóng dịch vụ NB-IoT vẫn chưa phổ biến, dẫn đến việc triển khai NB-IoT vẫn còn nhiều bất cập như điều kiện Việt Nam hiện nay. Ngoài ra, việc mô đun điều khiển đèn trang bị thêm NB-IoT cũng làm tăng thêm giá thành sản phẩm.

RF Mesh là một công nghệ truyền dẫn mạng hỗn hợp mới sử dụng các băng tần vô tuyến từ dưới 1 GHz bao gồm 169 MHz, 315 MHz, 433 MHz, 470 MHz, 779 MHz, 868 MHz, 915 MHz, 920 MHz. Ưu điểm của công nghệ RF là giá thành rẻ vì sử dụng công suất thấp, giao thức thường mang tính bản quyền riêng. Tuy nhiên, khoảng cách liên lạc ngắn, cần nằm trong khoảng từ 200 m tới 300 m để đảm bảo truyền tin cậy, đồng thời tốc độ dữ liệu thấp (điển hình khoảng 50 kbps). RF Mesh có những hạn chế căn bản sau: việc sử dụng băng tần dưới 1 GHz gặp nhiều bất lợi khi triển khai vì các quy định quản lý băng tần thấp của các quốc gia. Ví dụ, tại Việt Nam, chỉ băng tần 433 MHz được sử dụng miễn phí. Băng tần từ 450 MHz tới dưới 1 GHz được hoạch định sử dụng cho mạng 4G/5G, truyền hình số mặt đất và các kênh liên lạc dành riêng của ngành Công an, Quân đội. Băng tần từ 169 MHz và 315 MHz đã được hoạch định cho các mục đích liên lạc chuyên dụng khác. Do đó, nguồn tài nguyên cho triển khai các mạng RF Mesh bị hạn chế rất nhiều, đặc biệt khi số lượng phần tử trong mạng tăng lên. Ngoài ra, do sử dụng đường truyền vô tuyến nên rất dễ bị can nhiễu bởi các băng tần kề cận, máy phát

phá sóng, suy hao đa đường (multi-path và fading), suy hao bởi vật chắn và các điều kiện môi trường như bụi, mưa, nhiệt độ.

Zigbee là một cộng mạng hỗn hợp và giao thức truyền dẫn mới sử dụng các băng tần 784 MHz, 868 MHz, 915 MHz, và 2,4 GHz. Do các quy định quản lý băng tần vô tuyến của Việt Nam, chỉ băng tần 2,4 GHz được sử dụng. *Zigbee* được phát triển với mục đích dành cho kết nối các thiết bị thông minh trong điều khiển tự động nhà, tòa nhà, và các hệ thống chiếu sáng thông minh khác. Tốc độ truyền dẫn giữa các phần tử trong mạng điển hình là 250 kbps đối với băng tần 2,4 GHz trong điều kiện lý tưởng. *Zigbee* có những hạn chế căn bản sau: bởi vì lớp vật lý sử dụng đường truyền vô tuyến, nên mạng *Zigbee* cũng dễ bị can nhiễu bởi các băng tần kề cận, máy phát phá sóng, suy hao đa đường, suy hao bởi vật chắn và các điều kiện môi trường như bụi, mưa, nhiệt độ. Do sử dụng băng tần 2,4 GHz, các phần tử trong mạng cần phải đạt được đường truyền thẳng (line-of-sight) để đảm bảo tốc độ và truyền dẫn ổn định. Với các hạn chế trên, mạng *Zigbee* gặp nhiều khó khăn khi ứng dụng cho chiếu sáng thông minh đường phố do các điều kiện thời tiết, vật chắn và các nhiễu băng tần kề cận khác.

LoRaWAN hay *LoRa* là một công nghệ mạng hỗn hợp mới được phát minh bởi Semtech. Ưu điểm vượt trội của mạng *LoRa* là độ nhạy thu cao, khoảng cách truyền dẫn xa lên tới 15 km trong điều kiện đường truyền thẳng lý tưởng. Tuy nhiên, để đảm bảo được khoảng cách truyền xa và tin cậy như vậy, tốc độ truyền dẫn chỉ từ 0,6 tới 50 kbps tùy thuộc khoảng cách liên lạc và điều kiện môi trường. Tốc độ sẽ giảm xuống khi khoảng cách truyền tăng lên hoặc địa hình nhiều vật chắn như cây cối, nhà cao tầng. *LoRa* sử dụng các băng tần 433 MHz, 863-870/873 MHz, 902/915-928 MHz. *LoRaWAN* có những hạn chế căn bản sau: tốc độ thấp, dễ bị can nhiễu bởi các băng tần kề cận, máy phát phá sóng, suy hao đa đường, suy hao bởi vật chắn và các điều kiện môi trường như bụi, mưa, nhiệt độ. Tại Việt Nam, ngoài băng tần 433 MHz, các băng tần còn lại đều nằm trong vùng đã được hoạch định cho các mục đích khác, do đó việc triển khai trong thực tế cũng gặp nhiều hạn chế. Giá thành cho môđun điều khiển đèn sử dụng *LoRa* cũng khá cao nên cũng hạn chế mức độ phổ biến hiện nay của công nghệ này.

WiFi là công nghệ mạng vùng cục bộ lớp truy nhập được sử dụng rộng rãi và phổ biến nhất hiện nay. *WiFi* sử dụng hai băng tần 2,4 GHz và 5 GHz. *WiFi* ra đời nhằm

đáp ứng cho nhu cầu kết nối mạng các thiết bị di động, tốc độ truy nhập mạng cao, khoảng cách ngắn, và được chuẩn hóa thành tiêu chuẩn IEEE 802.11a/b/g/n/ac/ax. Để đảm bảo được điều này, WiFi sử dụng sơ đồ mạng hình sao với các thiết bị điểm truy nhập AP (Access Point) để quản lý các phần tử mạng. Theo khuyến nghị của IEEE 802.11, mỗi AP chỉ quản lý từ 10 tới 25 phần tử mạng. Trong điều kiện đường truyền thẳng lý tưởng, tốc độ các kết nối giữa phần tử mạng và AP có thể biến đổi từ 20 Mbps tới 380 Mbps tùy thuộc chuẩn a/b/g/n/ac/ax, tùy thuộc khoảng cách liên lạc, tùy thuộc số phần tử mạng truy nhập đồng thời tới AP. Khoảng cách liên lạc tối đa đường truyền thẳng lý tưởng khoảng 120m tới 150m. Mặc dù có ưu điểm tốc độ, nhưng khi áp dụng cho các thiết bị đầu cuối (đèn, cảm biến, TĐKCS) có những hạn chế nhất định: (1) các thiết bị thường được bố trí theo các lộ kéo dài về khoảng cách, mỗi lộ thường dài tới 2 km, sử dụng WiFi sẽ yêu cầu mỗi thiết bị phải kết nối trực tiếp tới một AP trong phạm vi ngắn, do đó sẽ yêu cầu nhiều AP cho mỗi lộ đèn. Các AP này lại cần được kết nối tới một hoặc nhiều AP khác để tạo ra một mạng đầy đủ có kết nối về TTĐKCS. Kiến trúc mạng này sẽ trở lên phức tạp, đẩy cao giá thành triển khai, duy trì hệ thống khi số lộ/thiết bị tăng lên; (2) các thiết bị được trang bị WiFi chuẩn IEEE 802.11 có độ phức tạp cao về mạch và giá thành cao. Có một số biến thể WiFi giá thành rẻ nhưng tốc độ thấp, hoạt động không ổn định; (3) chất lượng đường truyền vô tuyến bị các tác nhân gây nhiễu có hữu như giao thoa băng tần kề cận, máy phát phá sóng, suy hao đa đường, suy hao bởi vật chắn và các điều kiện môi trường như bụi, mưa, nhiệt độ.

3G/4G là công nghệ mạng kết nối di động, ổn định, tốc độ cao, phổ biến nhất hiện nay. Với độ phủ sóng rộng khắp của mạng 3G/4G từ nhiều nhà cung cấp dịch vụ, khả năng kết nối liên mạng dễ dàng, có thể nói đây là công nghệ truyền dẫn ưu việt nhất so với tất cả các công nghệ truyền dẫn vô tuyến khác trong môi trường ngoài trời. Tuy nhiên, khi áp dụng cho các thiết bị đầu cuối (đèn, cảm biến) cũng có những hạn chế nhất định: (1) mỗi thiết bị phải có 1 thẻ SIM tương ứng với 1 đầu số hoặc 1 địa chỉ IP tĩnh, có thể dẫn đến cạn kiệt kho số hoặc tài nguyên địa chỉ mạng của nhà cung cấp dịch vụ khi số lượng thiết bị tăng lên; (2) chi phí cho việc truyền dẫn dữ liệu từ các thiết bị về TTĐKCS tăng lên theo thông lượng và số lượng thiết bị; (3) thiết bị được trang bị kết nối 3G/4G có giá thành rất cao và kích thước lớn so với các công nghệ truyền dẫn vô tuyến khác; (4) chất lượng đường truyền vô tuyến

bị các tác nhân gây nhiễu có hữu như giao thoa băng tần kề cận, máy phát phá sóng, suy hao đa đường, suy hao bởi vật chắn và các điều kiện môi trường như bụi, mưa, nhiệt độ.

ADSL là công nghệ truyền số liệu hữu tuyến tốc độ bất đối xứng, trước đây được ứng dụng trên các cặp dây thuê bao điện thoại cố định có sẵn. Công nghệ này cung cấp đường truyền tốc độ khá cao 1 – 3,5 Mbps (từ thuê bao tới tổng đài dịch vụ) và 8 - 24 Mbps (từ tổng đài dịch vụ tới thuê bao). Tuy nhiên, khi áp dụng cho hệ thống chiếu sáng ngoài trời có một số hạn chế sau: (1) mỗi thiết bị như đèn, cảm biến phải đi thêm một cặp dây riêng song song với cặp dây cấp nguồn cho thiết bị, các thiết bị đèn/cảm biến trên cùng một lộ dây nguồn không sử dụng chung cặp dây truyền dẫn, dẫn đến tăng độ phức tạp và giá thành triển khai, duy trì; (2) giá thành các môđun điều khiển tăng lên do mạch phức tạp; (3) TĐKCS sẽ phải tích hợp bộ điều khiển đa truy nhập DSLAM, do đó độ phức tạp tăng lên khi số lượng thiết bị kết nối tới TĐKCS tăng lên, đồng thời giá thành TĐKCS cũng tăng lên; (4) khó khăn về không gian khi nâng cấp các TĐKCS thuần túy đóng/cắt thành TĐKCS thông minh; (5) khó khăn khi nâng cấp hạ tầng đường điện chiếu sáng có sẵn để đáp ứng yêu cầu công nghệ.

Ethernet là công nghệ truyền dẫn số hữu tuyến phổ biến nhất hiện nay. Đường truyền hữu tuyến cho Ethernet có hai dạng: (1) các cặp dây kim loại xoắn; (2) các sợi cáp quang. Đối với cặp dây kim loại xoắn, Ethernet cho phép các tốc độ 10/100/1000 Mbps. Đối với cáp sợi quang, Ethernet cho phép tốc độ từ một vài Mbps (sợi đơn, đa chế độ) tới 400 Gbps (nhiều sợi, đơn chế độ). Khoảng cách liên lạc đối với cặp dây kim loại xoắn từ một vài mét tới 100 m tùy thuộc loại cáp và tốc độ truyền. Khoảng cách liên lạc với cáp quang có thể lên tới hàng trăm km. Tuy nhiên, khi áp dụng cho hệ thống chiếu sáng ngoài trời có một số hạn chế sau: (1) mỗi thiết bị như đèn, cảm biến phải đi thêm 1 dây cáp kim loại/cáp sợi quang song song với cặp dây cấp nguồn cho thiết bị, các thiết bị đèn/cảm biến trên cùng một lộ dây nguồn không sử dụng chung dây truyền dẫn, dẫn đến tăng độ phức tạp và giá thành triển khai, duy trì; (2) phải sử dụng thêm các bộ chuyển mạch Ethernet để kết nối các thiết bị với nhau, số lượng bộ chuyển mạch tăng lên khi số thiết bị tăng lên do mỗi bộ chuyển mạch thường chỉ có tối đa 48 cổng, do đó giá thành hệ thống sẽ tăng lên rất nhiều; (3) giá thành các môđun điều khiển tăng lên do mạch phức tạp

hơn; (4) khó khăn khi nâng cấp hạ tầng đường điện chiếu sáng có sẵn để đáp ứng yêu cầu công nghệ.

PLC là phương thức truyền dẫn số sử dụng cặp dây cáp nguồn cho thiết bị làm phương tiện truyền tải dữ liệu giữa các thiết bị với nhau. Cặp dây cáp nguồn có thể là xoay chiều (AC) với điện áp cao điển hình là 110/220V tần số 50/60 Hz hoặc một chiều (DC) với điện áp điển hình 24/48V. Ở Việt Nam, nguồn điện lưới chiếu sáng ngoài trời là 220 VAC, tần số 50 Hz. Đối với các ứng dụng PLC, để tận dụng được hạ tầng dây cáp nguồn có sẵn, đồng thời đáp ứng được các yêu cầu nghiêm ngặt về hạn chế giao thoa tín hiệu, mức biến đổi biên độ điện áp đường dây cáp nguồn được phép, tăng cường tỉ số tín hiệu trên tạp âm SNR, khắc phục nhiễu chuyển mạch nguồn của các thiết bị điện trên lưới, một số công nghệ truyền dẫn khác nhau đã được phát triển: (1) công nghệ truyền dẫn sử dụng điều chế S-FSK, PSK, băng tần hoạt động trong khoảng 15 kHz tới 500 kHz, khoảng cách truyền xa nhưng tốc độ thấp chỉ từ 0,2 tới 4 kbps, tỉ số SNR thấp, công nghệ này được chuẩn hóa qua tiêu chuẩn IEC 61334; (2) công nghệ truyền dẫn sử dụng điều chế OFDM băng hẹp, băng tần hoạt động trong khoảng từ 9 kHz tới 500 kHz, tốc độ truyền dẫn lý tưởng lên tới 576 kbps với khoảng cách truyền dẫn giữa 2 điểm lên tới 15 km, hai tiêu chuẩn nổi tiếng và phổ biến là PRIME và G3-PLC/ITU G.9903, kỹ thuật điều chế OFDM, kết hợp với cơ chế phát hiện lỗi và sửa lỗi sử dụng mã chập và mã khối Read-Solomon, giúp cho tỉ số SNR cao, truyền dẫn tin cậy và ổn định, do đó, công nghệ này trở thành nền tảng truyền dẫn cho các hệ thống lưới thông minh (smart grid) điển hình với hệ thống đo đếm điện năng; (3) công nghệ truyền dẫn sử dụng điều chế OFDM băng rộng, với 2 băng tần điển hình hiện nay là từ 2 – 40 MHz (IEEE 1901) và từ 50 – 100 MHz (ITU G.hn/G.9960), hoạt động tại các băng tần cao cho phép tốc độ truyền dẫn vật lý lên tới 240 Mbps với tiêu chuẩn IEEE 1901 và tới 2 Gbps với tiêu chuẩn ITU G.hn/G.9960, công nghệ OFDM băng rộng cũng sử dụng giao thức trao đổi dữ liệu lớp địa chỉ MAC và địa chỉ TCP/IP. Điểm hạn chế nổi bật của công nghệ PLC này là: (1) mạch điện phức tạp, nên giá thành cao hơn so với công nghệ RF, Zigbee, tương đương so với công nghệ LoRaWan, và thấp hơn so với WIFI, 3G/4G, ADSL, Ethernet; (2) các phần tử truyền dẫn phải cùng pha dây cáp nguồn, và không thể truyền dẫn qua các phần tử như biến áp

nguồn 50/60 Hz, công tơ đo đếm điện năng tại các tủ điện hạ áp bao gồm chức năng điều khiển chiếu sáng.

Dễ thấy là, mặc dù tồn tại những nhược điểm khác nhau, các công nghệ nêu trên có tiềm năng rất lớn khi ứng dụng vào trong các hệ thống chiếu sáng thông minh công cộng, và có thể tạo ra hiệu quả tốt, đáp ứng một hoặc nhiều yêu cầu khắc khe được đặt ra nếu tận dụng tối đa được các ưu điểm của công nghệ sẵn có.

Mặc dù vậy, việc đưa ra (các) giải pháp chiếu sáng thông minh ứng dụng tốt các ưu điểm của công nghệ sẵn có không phải là vấn đề đơn giản. Chẳng hạn như khi xem xét theo yêu cầu về tính điều khiển theo thời gian thực và tính bảo mật thông tin cao đối với việc ứng dụng công nghệ truyền dẫn PLC để thực hiện giao thức trao đổi thông tin/dữ liệu, một số giải pháp đã được bộc lộ trong các tài liệu sáng chế số US9220152B2, US9125252B1, US6608552B1.

Trong tài liệu sáng chế số US9220152B2, PLC được sử dụng để điều khiển các đèn chiếu sáng, với đặc điểm chính là sử dụng điều chế biên độ AM (Amplitude Modulation), nghĩa là sử dụng các tổ hợp bit dữ liệu để tạo ra thay đổi nhỏ trong biên độ của điện áp cấp nguồn AC. Về mặt lý thuyết thì có thể hoạt động được, nhưng không khả dụng trong thực tế vì: (1) điện áp cấp nguồn AC thực tế không ổn định biến đổi trong một dải rất rộng tùy theo lưới điện và tùy theo tải (số lượng đèn chiếu sáng trên mỗi pha) nên việc so sánh sự thay đổi nhỏ trong biên độ điện áp cấp nguồn AC sẽ không chính xác, từ đó gây ra tỉ lệ lỗi BER trong dữ liệu nhận rất cao; (2) sử dụng 1 bit cho mỗi chu kỳ điện lưới tần số 50/60 Hz, sử dụng biến áp để thay đổi 5V biên độ điện áp cấp nguồn tương ứng với bit 1 được truyền và 0V tương ứng với bit 0 được truyền, dẫn đến tốc độ truyền rất thấp, khoảng 50/60 bps. Thực tế cũng chứng minh, không có tiêu chuẩn truyền dẫn sử dụng PLC phổ biến và rộng rãi nào hiện nay sử dụng kỹ thuật điều. Cơ chế truyền dẫn giữa bộ điều khiển và các đèn chiếu sáng quá đơn giản, với cơ chế mã hóa EFM 14-bit thường chỉ được sử dụng trong mã hóa dữ liệu của các đĩa DVD và SACD, để tạo ra một tuần tự các biên độ điện áp cấp nguồn AC không liên tục bằng nhau. PLC sử dụng điều chế biên độ AM theo giải pháp này chỉ có một cơ chế điều khiển tất cả các đèn cùng một lúc vì không có cơ chế địa chỉ theo đèn/cụm đèn, và hơn nữa không có gợi ý hoặc giải pháp để tạo ra cơ chế phản hồi hoặc nhận các trạng thái của từng đèn phục vụ việc giám sát, quản lý.

Trong tài liệu sáng chế số US9125252B1, PLC được sử dụng để điều khiển các đèn chiếu sáng, với đặc điểm chính là sử dụng mỗi cụm 8 điểm xuyên không liên tiếp nhau (điểm thay đổi điện áp cấp nguồn AC từ dương sang âm hoặc từ âm sang dương) và số lượng/vị trí xuất hiện các cụm xung 9,6 kHz tại các điểm xuyên không để mã hóa các bit dữ liệu. Cụ thể hơn, bit 0 được mã hóa bởi 1 cụm 8 điểm xuyên không dưới dạng ký hiệu 'A' và 'B', ký hiệu 'A' có cụm xung 9,6 kHz xuất hiện tại các vị trí xuyên không 1, 6, 7, 8 và ký hiệu 'B' có cụm xung 9,6 kHz xuất hiện tại các vị trí 1, 4, 5, 8; bit 1 được mã hóa bởi 1 cụm 8 điểm xuyên không dưới dạng ký hiệu 'Z' mà không xuất hiện bất cứ cụm xung 9,6 kHz nào. Chuỗi ký hiệu nối tiếp 'A'B'Z' được sử dụng để xác định kết thúc một khung dữ liệu, và ngay sau đó, một ký hiệu 'Z' được sử dụng để xác định bắt đầu một khung dữ liệu mới. Với việc sử dụng 8 điểm xuyên không biểu diễn cho 1 bit dữ liệu, tốc độ truyền dẫn là rất thấp, cụ thể với tần số lưới AC là 50/60 Hz, tốc độ truyền là 12,5/15 bps. Giải pháp này sử dụng mã hóa Hamming để mã hóa các bit và vị trí bit dữ liệu thành các cụm bit mã đặc biệt nhằm mục đích khôi phục, phát hiện và sửa lỗi truyền dẫn nếu có. Tuy nhiên, khả năng sửa lỗi là 1/8 bits và phát hiện lỗi tối đa là 2/8 bits. Giải pháp này sử dụng cơ chế ghép kênh phân chia theo thời gian (tối đa 4 kênh) để điều khiển các cụm nguồn sáng khác nhau, và tương tự như nêu trên giải pháp này chỉ có một cơ chế điều khiển một chiều từ bộ điều khiển tới các đèn, mà không có gọi ý hoặc giải pháp để tạo ra cơ chế phản hồi hoặc nhận các trạng thái của từng đèn phục vụ việc giám sát, quản lý.

Trong tài liệu sáng chế số US6608552B1, PLC được sử dụng để điều khiển các đèn chiếu sáng, với đặc điểm chính là sử dụng một chuỗi N các cụm tín hiệu (ở đây $N = 4$), mỗi cụm tín hiệu có một tần số riêng trực giao đôi một với nhau để mã hóa cho một ký hiệu. Mỗi ký hiệu được truyền đi trên một chu kỳ của điện áp nguồn cấp AC, hay 1 ký hiệu / 20ms nếu tần số nguồn cấp là 50 Hz hoặc 1 ký hiệu / 16.6ms nếu tần số nguồn cấp 60 Hz. Các tần số trong mỗi ký hiệu được lấy từ một bảng M các tần số xác định trước trong khoảng từ 20 kHz tới 150 kHz. Mỗi một cặp ký hiệu biểu diễn 5 bit thông tin, như vậy tốc độ truyền nhận khoảng 125 bps đối với nguồn tần số 50 Hz, và khoảng 150 bps đối với nguồn tần số 60 Hz. Cơ chế truyền/nhận sử dụng các bộ tạo dao động, và các bộ đồng bộ pha, đồng bộ tần số để lọc và tách các tần số trong mỗi chu kỳ điện áp nguồn, từ đó xác định ra các ký

hiệu đã được truyền đi. Mỗi chuỗi các ký hiệu sẽ xác định các lệnh và dữ liệu được gửi đi theo một cách thức đã được quy định trước. Tương tự như nêu trên giải pháp này chỉ có một cơ chế điều khiển một chiều từ bộ điều khiển tới các đèn, mà không có gợi ý hoặc giải pháp để tạo ra cơ chế phản hồi hoặc nhận các trạng thái của từng đèn phục vụ việc giám sát, quản lý.

Các tài liệu sáng chế số US9220152B2, US9125252B1, US6608552B1 nói chung là sử dụng các cơ chế mã hoá đơn giản, ngoài khả năng khôi phục, phát hiện và sửa lỗi truyền dẫn bị hạn chế, khả năng bảo mật thông tin cũng rất thấp. Điều này ảnh hưởng lớn tới khả năng triển khai hệ thống chiếu sáng trong các ứng dụng có yêu cầu cao về tính điều khiển theo thời gian thực và tính bảo mật thông tin, chẳng hạn như hệ thống chiếu sáng thông minh trong các thành phố thông minh hoặc những nơi tương tự.

Ngoài ra, việc thiết kế hệ thống chiếu sáng thông minh cũng cần phải tính đến các yêu cầu phát sinh trong dài hạn, chẳng hạn như số lượng các thiết bị chiếu sáng trong hệ thống có thể được gia tăng với số lượng lớn, các ngữ cảnh điều khiển chiếu sáng có thể trở nên phức tạp hơn, cần thông minh hơn, và đáp ứng theo thời gian thực tốt hơn. Khả năng đáp ứng theo thời gian thực tốt có thể tạo ra khả năng đáp ứng tốt trong một số ngữ cảnh điều khiển chiếu sáng, ví dụ ngay lập tức bật sáng một hoặc một nhóm thiết bị chiếu sáng ở một hoặc một số khu vực nhất định để phục vụ cho các camera an ninh ghi hình và phân tích, chẳng hạn.

Bên cạnh đó, tính bảo mật thông tin có thể cũng là một yếu tố quan trọng để đảm bảo an ninh năng lượng. Tính bảo mật thông tin cũng có thể tạo ra khả năng an toàn cao hơn trong các thành phố thông minh hoặc những nơi tương tự, ví dụ kẻ xấu hoặc tội phạm sẽ gặp khó khăn trong việc cố ý truy cập điều khiển và tắt chiếu sáng ở những khu vực nhất định trong một khoảng thời gian nào đó để thực hiện các ý đồ xấu, chẳng hạn.

Do đó, có nhu cầu về giải pháp chiếu sáng thông minh tận dụng tốt các ưu điểm công nghệ sẵn có, có thể tạo ra khả năng truyền thông theo thời gian thực và tính bảo mật thông tin được tối ưu.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất giải pháp chiếu sáng thông minh có thể khắc phục được một hoặc một số các nhược điểm được nêu trên.

Mục đích khác nữa của sáng chế là đề xuất phương pháp điều khiển chiếu sáng, hệ thống và thiết bị chiếu sáng thông minh sử dụng công nghệ LED và truyền dẫn dữ liệu trên đường dây cấp nguồn, có thể tạo ra khả năng truyền thông theo thời gian thực và tính bảo mật thông tin được tối ưu, có thể được ứng dụng thích hợp trong các thành phố thông minh hoặc những nơi tương tự.

Cần hiểu rằng sáng chế không bị giới hạn ở các mục đích được nêu ra trên đây, mà có thể còn bao gồm các mục đích khác nữa mà có thể được nhận biết bởi người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật tương ứng dựa vào các nội dung được mô tả dưới đây.

Để đạt được một hoặc một số các vấn đề nêu trên, theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất phương pháp điều khiển chiếu sáng bao gồm:

kết nối, thông qua truyền thông trên đường dây cấp nguồn, ít nhất là một bộ điều khiển chiếu sáng và ít nhất là các thiết bị chiếu sáng tương ứng với bộ điều khiển chiếu sáng này, để thực hiện việc truyền thông giữa bộ điều khiển chiếu sáng và các thiết bị chiếu sáng;

thu thập, bởi thiết bị chiếu sáng, dữ liệu về trạng thái hoạt động của thiết bị chiếu sáng, và gửi dữ liệu về trạng thái hoạt động của thiết bị chiếu sáng này tới bộ điều khiển chiếu sáng thông qua truyền thông trên đường dây cấp nguồn;

tạo ra, bởi bộ điều khiển chiếu sáng, dữ liệu chứa thông tin điều khiển thiết bị chiếu sáng, và gửi dữ liệu chứa thông tin điều khiển thiết bị chiếu sáng tới các thiết bị chiếu sáng tương ứng thông qua truyền thông trên đường dây cấp nguồn;

khác biệt ở chỗ:

dữ liệu về trạng thái hoạt động của thiết bị chiếu sáng và dữ liệu chứa thông tin điều khiển thiết bị chiếu sáng nêu trên được gửi thông qua truyền thông trên đường dây cấp nguồn dựa trên cùng một phương thức truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng chung trên đường dây cấp nguồn,

trong đó:

phương thức truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng chung đã nêu sử dụng kỹ thuật điều chế OFDM có băng thông lớn hơn hoặc bằng 500 kHz, để điều chế và giải điều chế các dữ liệu chiếu sáng được truyền dẫn,

trong đó dữ liệu chiếu sáng được mã hoá bảo mật với cặp khoá chính và khoá phụ,

trong đó cặp khoá chính và khoá phụ sử dụng để thực hiện việc truyền thông giữa bộ điều khiển chiếu sáng và các thiết bị chiếu sáng được tạo ra thông qua các bước:

tạo ra, bởi khối tạo cặp khoá chính và khoá phụ của bộ điều khiển chiếu sáng, khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng dựa trên ít nhất là địa chỉ vật lý của bộ điều khiển chiếu sáng và thông tin thời gian thực tại thời điểm tạo ra khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng này,

gửi, bởi khối trao đổi và lưu trữ khoá của bộ điều khiển chiếu sáng, khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng tới các thiết bị chiếu sáng tương ứng với bộ điều khiển chiếu sáng này,

tạo ra, bởi khối tạo cặp khoá chính và khoá phụ của thiết bị chiếu sáng, khoá phụ gắn với thiết bị chiếu sáng dựa trên ít nhất là địa chỉ vật lý của thiết bị chiếu sáng và thông tin thời gian thực tại thời điểm tạo ra khoá phụ gắn với thiết bị chiếu sáng này, mỗi khi nhận được khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng được gửi tới,

gửi, khối trao đổi và lưu trữ khoá của thiết bị chiếu sáng, khoá phụ gắn với thiết bị chiếu sáng tới bộ điều khiển chiếu sáng.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất hệ thống chiếu sáng bao gồm:

ít nhất là một bộ điều khiển chiếu sáng và ít nhất là các thiết bị chiếu sáng tương ứng bộ điều khiển chiếu sáng được kết nối thông qua truyền thông trên đường dây cấp nguồn, để thực hiện việc truyền thông giữa bộ điều khiển chiếu sáng và các thiết bị chiếu sáng,

trong đó thiết bị chiếu sáng thu thập dữ liệu về trạng thái hoạt động của thiết bị chiếu sáng, và gửi dữ liệu về trạng thái hoạt động của thiết bị chiếu sáng này tới bộ điều khiển chiếu sáng thông qua truyền thông trên đường dây cấp nguồn,

trong đó bộ điều khiển chiếu sáng tạo ra dữ liệu chứa thông tin điều khiển thiết bị chiếu sáng, và gửi dữ liệu chứa thông tin điều khiển thiết bị chiếu sáng tới các thiết bị chiếu sáng tương ứng thông qua truyền thông trên đường dây cấp nguồn;

khác biệt ở chỗ:

dữ liệu về trạng thái hoạt động của thiết bị chiếu sáng và dữ liệu chứa thông tin điều khiển thiết bị chiếu sáng nêu trên được gửi thông qua truyền thông trên

đường dây cáp nguồn dựa trên cùng một phương thức truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng chung trên đường dây cáp nguồn,

trong đó:

phương thức truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng chung đã nêu sử dụng kỹ thuật điều chế OFDM có băng thông lớn hơn hoặc bằng 500 kHz, để điều chế và giải điều chế các dữ liệu chiếu sáng được truyền dẫn,

trong đó dữ liệu chiếu sáng được mã hoá bảo mật với cặp khoá chính và khoá phụ,

trong đó cặp khoá chính và khoá phụ sử dụng để thực hiện việc truyền thông giữa bộ điều khiển chiếu sáng và các thiết bị chiếu sáng được tạo ra thông qua các bước:

tạo ra, bởi khối tạo cặp khoá chính và khoá phụ của bộ điều khiển chiếu sáng, khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng dựa trên ít nhất là địa chỉ vật lý của bộ điều khiển chiếu sáng và thông tin thời gian thực tại thời điểm tạo ra khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng này,

gửi, bởi khối trao đổi và lưu trữ khoá của bộ điều khiển chiếu sáng, khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng tới các thiết bị chiếu sáng tương ứng với bộ điều khiển chiếu sáng này,

tạo ra, bởi khối tạo cặp khoá chính và khoá phụ của thiết bị chiếu sáng, khoá phụ gắn với thiết bị chiếu sáng dựa trên ít nhất là địa chỉ vật lý của thiết bị chiếu sáng và thông tin thời gian thực tại thời điểm tạo ra khoá phụ gắn với thiết bị chiếu sáng này, mỗi khi nhận được khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng được gửi tới,

gửi, khối trao đổi và lưu trữ khoá của thiết bị chiếu sáng, khoá phụ gắn với thiết bị chiếu sáng tới bộ điều khiển chiếu sáng.

Theo một khía cạnh khác nữa, sáng chế đề xuất thiết bị chiếu sáng bao gồm:

môđun chiếu sáng để thực hiện chức năng chiếu sáng;

mạch điều khiển chiếu sáng để điều khiển môđun chiếu sáng, thu thập dữ liệu về trạng thái hoạt động của thiết bị chiếu sáng, và điều khiển các hoạt động của thiết bị chiếu sáng;

mạch truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng để nhận và gửi dữ liệu chiếu sáng thông qua truyền thông trên đường dây cáp nguồn;

khác biệt ở chỗ:

mạch điều khiển chiếu sáng điều khiển thực hiện gửi dữ liệu về trạng thái hoạt động của thiết bị chiếu sáng nêu trên tới bộ điều khiển chiếu sáng nhờ mạch truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng thông qua truyền thông trên đường dây cấp nguồn dựa trên phương thức truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng,

trong đó:

phương thức truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng đã nêu sử dụng kỹ thuật điều chế OFDM có băng thông lớn hơn hoặc bằng 500 kHz, để điều chế và giải điều chế các dữ liệu chiếu sáng được truyền dẫn,

trong đó dữ liệu chiếu sáng được mã hoá bảo mật với cặp khoá chính và khoá phụ, cặp khoá chính và khoá phụ này được tạo ra thông qua các bước:

tạo ra, tại bộ điều khiển chiếu sáng, khóa chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng,

gửi, bởi bộ điều khiển chiếu sáng, khóa chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng tới thiết bị chiếu sáng,

tạo ra, tại thiết bị chiếu sáng, khóa phụ gắn với thiết bị chiếu sáng dựa trên ít nhất là địa chỉ vật lý của thiết bị chiếu sáng và thông tin thời gian thực tại thời điểm tạo ra khóa phụ gắn với thiết bị chiếu sáng này, mỗi khi nhận được khóa chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng được gửi tới,

gửi, bởi thiết bị chiếu sáng, khóa phụ gắn với thiết bị chiếu sáng tới bộ điều khiển chiếu sáng

Tốt hơn là, việc tạo ra khóa chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng còn dựa trên mật khẩu truy nhập của bộ điều khiển chiếu sáng đã nêu, và việc tạo ra khóa phụ gắn với thiết bị chiếu sáng còn dựa trên mật khẩu truy nhập của thiết bị chiếu sáng đã nêu.

Khóa chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng có thể được tạo ra nhờ sử dụng hàm băm SHA-128 lấy đầu vào là địa chỉ vật lý của bộ điều khiển chiếu sáng, thông tin thời gian thực, và mật khẩu truy nhập của bộ điều khiển chiếu sáng.

Khoá phụ gắn với thiết bị chiếu sáng có thể được tạo ra nhờ sử dụng hàm băm SHA-128 lấy đầu vào là địa chỉ vật lý của thiết bị chiếu sáng, thông tin thời gian thực, và mật khẩu truy nhập của thiết bị chiếu sáng.

Tốt hơn là, kỹ thuật điều chế OFDM đã nêu có băng tần nằm trong dải tần từ 2 đến 10 MHz, và tốt hơn nữa là, kỹ thuật điều chế OFDM đã nêu sử dụng tập sóng mang con gồm có 128 sóng mang trực giao được phân bố theo bước tần số 50 kHz của băng thông 6,4 MHz, nằm trong dải tần từ 2 đến 10 MHz, có tần số trung tâm là 6 MHz.

Theo một phương án, dữ liệu chiếu sáng được mã hoá bảo mật với cặp khoá chính và khoá phụ để tạo ra dữ liệu truyền dưới dạng các khung dữ liệu và được truyền dẫn trên đường dây cáp nguồn theo các gói dữ liệu truyền,

trong đó mỗi gói dữ liệu truyền này được thêm vào các bit mã kiểm tra và được kiểm tra nhờ thực hiện giải thuật kiểm tra dư thừa vòng với đa thức sinh được xác định như sau: $x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$.

Tốt hơn là, mỗi gói dữ liệu truyền còn được thêm vào các thông tin phục vụ việc phát hiện lỗi và sửa lỗi tại phía thu,

trong đó các thông tin phục vụ việc phát hiện lỗi và sửa lỗi tại phía thu này được thêm vào nhờ sử dụng các cơ chế mã chập và mã khối Read-Solomon, để tạo ra các từ dữ liệu có chứa thông tin phục vụ việc phát hiện lỗi và sửa lỗi tại phía thu,

các từ dữ liệu sẽ được trộn xen kẽ theo đa thức trộn để giảm các lỗi cụm của các bit liền kề nhau, trong đó đa thức trộn được xác định như sau: $1 + x^6 + x^7$.

Mỗi gói dữ liệu truyền còn được điều chế thành các mẫu tín hiệu rời rạc trong miền tần số, chuyển đổi sang các mẫu tín hiệu rời rạc trong miền thời gian, và chèn vào các khoảng bảo vệ có độ dài bằng $\frac{1}{4}$ chu kỳ của chính từ dữ liệu cần chèn, để loại bỏ giao thoa liên ký hiệu và các nhiễu trễ khi truyền truyền dẫn trên đường dây cáp nguồn.

Theo một phương án, khoảng thời gian tồn tại của cặp khoá chính và khoá phụ được cài đặt trước, khi hết khoảng thời gian được cài đặt trước này, cặp khoá chính và khoá phụ mới sẽ được tạo ra để thay thế cho cặp khoá chính và khoá phụ trước đó.

Theo một phương án, hệ thống nêu trên còn bao gồm các thiết bị cảm biến tương ứng với các thiết bị chiếu sáng, và phương pháp nêu trên còn bao gồm bước kết nối, thông qua truyền thông trên đường dây cáp nguồn, bộ điều khiển chiếu

sáng và các thiết bị cảm biến tương ứng với các thiết bị chiếu sáng, để thực hiện việc truyền thông giữa bộ điều khiển chiếu sáng và các thiết bị cảm biến này.

Theo một phương án, thiết bị cảm biến đã nêu tạo ra và gửi dữ liệu chứa thông tin cảm biến tới bộ điều khiển chiếu sáng nhờ sử dụng phương thức truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng chung nêu trên,

trong đó cặp khoá chính và khoá phụ sử dụng để thực hiện việc truyền thông giữa bộ điều khiển chiếu sáng và các thiết bị chiếu sáng được tạo ra thông qua các bước:

tạo ra, bởi khối tạo cặp khoá chính và khoá phụ của bộ điều khiển chiếu sáng, khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng dựa trên ít nhất là địa chỉ vật lý của bộ điều khiển chiếu sáng và thông tin thời gian thực tại thời điểm tạo ra khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng này,

gửi, bởi khối trao đổi và lưu trữ khoá của bộ điều khiển chiếu sáng, khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng tới các thiết bị cảm biến tương ứng với bộ điều khiển chiếu sáng này,

tạo ra, bởi khối tạo cặp khoá chính và khoá phụ của thiết bị cảm biến, khoá phụ gắn với thiết bị cảm biến dựa trên ít nhất là địa chỉ vật lý của thiết bị cảm biến và thông tin thời gian thực tại thời điểm tạo ra khoá phụ gắn với thiết bị cảm biến này, mỗi khi nhận được khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng được gửi tới,

gửi, khối trao đổi và lưu trữ khoá của thiết bị cảm biến, khoá phụ gắn với thiết bị cảm biến tới bộ điều khiển chiếu sáng.

Tốt hơn là, việc tạo ra khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng còn dựa trên mật khẩu truy nhập của bộ điều khiển chiếu sáng đã nêu, và việc tạo ra khoá phụ gắn với thiết bị cảm biến còn dựa trên mật khẩu truy nhập của thiết bị cảm biến đã nêu.

Theo một phương án, hệ thống nêu trên còn bao gồm hệ thống máy chủ, và phương pháp nêu trên còn bao gồm bước kết nối, thông qua truyền thông có dây và/hoặc không dây, bộ điều khiển chiếu sáng và hệ thống máy chủ, để thực hiện việc truyền thông giữa bộ điều khiển chiếu sáng và hệ thống máy chủ này.

Tốt hơn là, ít nhất là một trong số bộ điều khiển chiếu sáng, các thiết bị chiếu sáng, và các thiết bị cảm biến còn được tạo cấu hình để hỗ trợ giao tiếp theo một

hoặc một số trong số các tiêu chuẩn mở, bao gồm nhưng không giới hạn ở, DALI, UPC-UA, và DLMS/COSEM.

Tuỳ ý, dữ liệu về trạng thái hoạt động của thiết bị chiếu sáng chứa ít nhất là một hoặc một số trong số dữ liệu về điện áp, dòng điện, công suất tiêu thụ, tình trạng thiết bị, hoặc dữ liệu tương tự.

Tuỳ ý, dữ liệu chứa thông tin cảm biến chứa ít nhất là một hoặc một số trong số thông tin về cường độ ánh sáng tự nhiên, chuyển động của người hoặc vật, nhiệt độ và/hoặc độ ẩm môi trường xung quanh, hoặc thông tin tương tự.

Tuỳ ý, dữ liệu chứa thông tin điều khiển thiết bị chiếu sáng chứa ít nhất là một hoặc một số trong số thông tin điều khiển tắt, bật, thay đổi cường độ chiếu sáng, thay đổi màu sắc, thay đổi nhiệt độ màu, hoặc thông tin tương tự.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1A là lưu đồ thể hiện phương pháp điều khiển chiếu sáng theo một phương án ưu tiên của sáng chế;

Hình 1B là lưu đồ thể hiện phương sinh sinh cặp khoá chính và khoá phụ theo một phương án ưu tiên của sáng chế;

Hình 2 là sơ đồ khối minh hoạ hệ thống chiếu sáng thông minh ứng dụng công nghệ LED và truyền dẫn dữ liệu trên đường dây cấp nguồn dùng cho chiếu sáng công cộng theo một phương án ưu tiên của sáng chế;

Hình 3 là sơ đồ khối minh hoạ các khối chức năng của bộ ĐKCS thông minh, đèn LED thông minh, thiết bị cảm biến theo một phương án ưu tiên của sáng chế;

Hình 4 là sơ đồ khối minh hoạ các khối chức năng phần cứng của phương thức truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng trên đường dây cấp nguồn theo một phương án ưu tiên của sáng chế;

Hình 5 là sơ đồ giải thuật phần mềm lớp vật lý của phương thức truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng trên đường dây cấp nguồn theo một phương án ưu tiên của sáng chế; và

Hình 6 là sơ đồ khối của phương thức bảo mật sử dụng cặp khoá chính và khoá phụ theo một phương án ưu tiên của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây, các ưu điểm, hiệu quả và bản chất của sáng chế có thể được hiểu rõ hơn thông qua việc mô tả chi tiết các phương án ưu tiên thực hiện có dựa vào các

hình vẽ kèm theo. Trên các hình vẽ, các số chỉ dẫn giống nhau được dự định để biểu thị các thành phần hoặc chi tiết giống nhau hoặc tương đương và được sử dụng thống nhất trong toàn bộ mô tả, do vậy trên một số các hình vẽ hoặc một số phần trên hình vẽ có thể không xuất hiện một hoặc một số các số chỉ dẫn nhằm mục đích làm cho hình vẽ trở nên đơn giản và thuận tiện trong việc thể hiện các thành phần cấu tạo hoặc nguyên lý hoạt động khác nhau của sáng chế, trong trường hợp như vậy, mỗi tương quan giữa các thành phần hoặc chi tiết cụ thể với các số chỉ dẫn biểu thị nó có thể được minh họa rõ khi tham chiếu tới các hình vẽ khác hoặc các phần khác trên hình vẽ. Bên cạnh đó, các thành phần và chi tiết được thể hiện trên hình vẽ là không theo kích thước và hình dạng thực tế, một số thành phần hoặc chi tiết sẽ được phóng đại lên và có thể được biểu thị bởi các khối giản lược nhằm mục đích minh họa và thuận tiện cho việc mô tả. Vì vậy, cần hiểu rằng các phương án được mô tả trong phần mô tả chỉ với mục đích làm ví dụ giúp cho việc hiểu rõ hơn về bản chất và các ưu điểm của sáng chế, mà không giới hạn phạm vi của sáng chế theo các phương án được mô tả này.

Nói chung, sáng chế liên quan đến giải pháp chiếu sáng thông minh, trong đó giải pháp chiếu sáng này có thể được mô tả hoặc thực hiện ở dạng bất kỳ, ví dụ dưới dạng hệ thống chiếu sáng, thiết bị chiếu sáng sử dụng trong hệ thống, phương pháp điều khiển chiếu sáng, hoặc các thành phần khác của hệ thống và cách thức điều khiển chúng.

Theo một ví dụ đơn giản nhất, hệ thống chiếu sáng có thể bao gồm một bộ điều khiển chiếu sáng được kết nối để điều khiển/quản lý một nhóm thiết bị chiếu sáng. Hệ thống chiếu sáng có thể được mở rộng bất kỳ, và có thể gồm có nhiều hơn một bộ điều khiển chiếu sáng (có thể lên tới số lượng bất kỳ mà không bị giới hạn), mỗi bộ điều khiển chiếu sáng được kết nối để điều khiển/quản lý một nhóm thiết bị chiếu sáng cụ thể, nhóm thiết bị chiếu sáng này có thể được gọi là các thiết bị chiếu sáng tương ứng với bộ điều khiển chiếu sáng để biểu thị ít nhất là quan hệ kết nối giữa chúng. Hệ thống chiếu sáng cũng có thể bao gồm hệ thống máy chủ được tạo ra từ một hoặc nhiều máy chủ được kết nối tới một hoặc nhiều bộ điều khiển chiếu sáng.

Truyền thông giữa các thành phần trong hệ thống chiếu sáng theo sáng chế cơ bản là được thực hiện hai chiều, ví dụ gồm cả chiều gửi dữ liệu từ bộ điều khiển

chiếu sáng tới thiết bị chiếu sáng, và chiều gửi ngược lại từ thiết bị chiếu sáng tới bộ điều khiển chiếu sáng, chẳng hạn.

Thiết bị chiếu sáng theo sáng chế ưu tiên là thiết bị chiếu sáng ứng dụng công nghệ LED, tuy nhiên sáng chế không bị giới hạn ở đó, công nghệ chiếu sáng bất kỳ có thể được ứng dụng cho thiết bị chiếu sáng theo sáng chế.

Trên Hình 1A thể hiện phương pháp điều khiển chiếu sáng theo một phương án ưu tiên của sáng chế. Phương pháp điều khiển chiếu sáng theo một phương án ưu tiên này bao gồm các bước từ S101 đến S103 như được mô tả dưới đây.

Bước S101: kết nối, thông qua truyền thông trên đường dây cấp nguồn, ít nhất là một bộ điều khiển chiếu sáng và ít nhất là các thiết bị chiếu sáng tương ứng với bộ điều khiển chiếu sáng này, để thực hiện việc truyền thông giữa bộ điều khiển chiếu sáng và các thiết bị chiếu sáng.

Tương tự như được đề cập đến trên đây, phương pháp điều khiển chiếu sáng theo phương án này có thể được áp dụng đối với trường hợp có số lượng bộ điều khiển chiếu sáng bất kỳ, số lượng thiết bị chiếu sáng bất kỳ, và ngoài ra cũng có thể bao gồm các thành phần khác của hệ thống chiếu sáng.

Bước S102: thu thập, bởi thiết bị chiếu sáng, dữ liệu về trạng thái hoạt động của thiết bị chiếu sáng, và gửi dữ liệu về trạng thái hoạt động của thiết bị chiếu sáng này tới bộ điều khiển chiếu sáng thông qua truyền thông trên đường dây cấp nguồn.

Bước S103: tạo ra, bởi bộ điều khiển chiếu sáng, dữ liệu chứa thông tin điều khiển thiết bị chiếu sáng, và gửi dữ liệu chứa thông tin điều khiển thiết bị chiếu sáng tới các thiết bị chiếu sáng tương ứng thông qua truyền thông trên đường dây cấp nguồn.

Theo phương án ưu tiên này, dữ liệu về trạng thái hoạt động của thiết bị chiếu sáng và dữ liệu chứa thông tin điều khiển thiết bị chiếu sáng nêu trên được gửi thông qua truyền thông trên đường dây cấp nguồn dựa trên cùng một phương thức truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng chung trên đường dây cấp nguồn.

Phương thức truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng chung đã nêu sử dụng kỹ thuật điều chế OFDM có thể có băng thông lớn hơn hoặc bằng 500 kHz, để điều chế và giải điều chế các dữ liệu chiếu sáng được truyền dẫn. Lý do là, việc sử dụng băng thông nhỏ hơn 500 kHz, ví dụ từ 9 đến 500 kHz tương ứng theo các tiêu chuẩn

PRIME và G3-PLC/ITU G.9903 sử dụng phương thức truyền dẫn PLC được cho là tốt, tuy nhiên sáng chế lựa chọn băng thông lớn hơn để hướng tới nâng cao chất lượng và hướng tới khả năng mở rộng hệ thống tốt hơn.

Ưu tiên là, kỹ thuật điều chế OFDM đã nêu có băng tần nằm trong dải tần từ 2 đến 10 MHz, và có thể sử dụng tập sóng mang con gồm có 128 sóng mang trực giao được phân bố theo bước tần số 50 kHz của băng thông 6,4 MHz, nằm trong dải tần từ 2 đến 10 MHz, có tần số trung tâm là 6 MHz.

Ở đây dữ liệu chiếu sáng có thể được hiểu chung là dữ liệu được tạo ra bởi thành phần hoặc thiết bị bất kỳ của hệ thống chiếu sáng, ví dụ dữ liệu chiếu sáng có thể là dữ liệu về trạng thái hoạt động của thiết bị chiếu sáng được tạo ra tại thiết bị chiếu sáng, dữ liệu chiếu sáng có thể là dữ liệu chứa thông tin điều khiển thiết bị chiếu sáng được tạo ra tại bộ điều khiển chiếu sáng, dữ liệu chiếu sáng có thể là dữ liệu chứa thông tin cảm biến được tạo ra tại thiết bị cảm biến, dữ liệu chiếu sáng có thể là dữ liệu được gửi từ hệ thống máy chủ, chẳng hạn.

Bộ điều khiển chiếu sáng có thể được tạo ra ở dạng bất kỳ, ví dụ ở dạng tủ điều khiển, thiết bị điều khiển, cụm thiết bị điều khiển, chẳng hạn.

Theo phương án ưu tiên này, dữ liệu chiếu sáng được mã hoá bảo mật với cặp khoá chính và khoá phụ.

Cặp khoá chính và khoá phụ sử dụng để thực hiện việc truyền thông giữa bộ điều khiển chiếu sáng và các thiết bị chiếu sáng được tạo ra thông qua các bước như được minh họa trên Hình 1B.

Bước S201: tạo ra, bởi khối tạo cặp khoá chính và khoá phụ của bộ điều khiển chiếu sáng, khóa chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng dựa trên ít nhất là địa chỉ vật lý của bộ điều khiển chiếu sáng và thông tin thời gian thực tại thời điểm tạo ra khóa chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng này.

Bước S202: gửi, bởi khối trao đổi và lưu trữ khoá của bộ điều khiển chiếu sáng, khóa chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng tới các thiết bị chiếu sáng tương ứng với bộ điều khiển chiếu sáng này.

Bước S203: tạo ra, bởi khối tạo cặp khoá chính và khoá phụ của thiết bị chiếu sáng, khóa phụ gắn với thiết bị chiếu sáng dựa trên ít nhất là địa chỉ vật lý của thiết bị chiếu sáng và thông tin thời gian thực tại thời điểm tạo ra khóa phụ gắn với thiết

bị chiếu sáng này, mỗi khi nhận được khóa chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng được gửi tới.

Bước S204: gửi, khôi trao đổi và lưu trữ khoá của thiết bị chiếu sáng, khoá phụ gắn với thiết bị chiếu sáng tới bộ điều khiển chiếu sáng.

Ưu tiên là, việc tạo ra khóa chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng còn dựa trên mật khẩu truy nhập của bộ điều khiển chiếu sáng đã nêu, và việc tạo ra khoá phụ gắn với thiết bị chiếu sáng còn dựa trên mật khẩu truy nhập của thiết bị chiếu sáng đã nêu. Khóa chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng được tạo ra nhờ sử dụng hàm băm SHA-128 lấy đầu vào là địa chỉ vật lý của bộ điều khiển chiếu sáng, thông tin thời gian thực, và mật khẩu truy nhập của bộ điều khiển chiếu sáng. Khoá phụ gắn với thiết bị chiếu sáng được tạo ra nhờ sử dụng hàm băm SHA-128 lấy đầu vào là địa chỉ vật lý của thiết bị chiếu sáng, thông tin thời gian thực, và mật khẩu truy nhập của thiết bị chiếu sáng. Nhờ đó có thể tạo ra cơ chế bảo mật rất cao cho các dữ liệu truyền thông giữa bộ điều khiển chiếu sáng và các thiết bị chiếu sáng, và tạo ra tính bảo mật thông tin được tối ưu.

Dễ thấy là, việc sử dụng tập sóng mang con gồm có 128 sóng mang trực giao được phân bố theo bước tần số 50 kHz của băng thông 6,4 MHz nêu trên có thể tạo ra tốc độ truyền lên tới 2.048 Mbps, cao hơn hẳn các phương pháp/tiêu chuẩn truyền dẫn PLC ở dải tần dưới 500 kHz, tốc độ này đảm bảo khả năng điều khiển, giám sát và quản lý hệ thống theo tốc độ thời gian thực và độ trễ thấp. Đồng thời cũng cho phép truyền trên khoảng cách xa tới 3 km, là khoảng cách tối đa từ tủ hạ áp mà các lộ chiếu sáng sử dụng, khoảng cách này là khó khăn đối với các hệ thống truyền PLC băng rộng khác vì băng tần rộng và tốc độ cao.

Ngoài ra, số lượng sóng mang theo phương án ưu tiên này có thể được mở rộng tới 256 với phân bố bước 25 kHz để tạo ra tốc độ 4.096 Mbps.

Theo một khía cạnh khác, hệ thống điều khiển chiếu sáng theo sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây.

Cần hiểu rằng hệ thống điều khiển chiếu sáng cơ bản nhất có thể bao gồm một bộ điều khiển chiếu sáng được kết nối để điều khiển/quản lý một nhóm thiết bị chiếu sáng, trong đó bộ điều khiển và thiết bị chiếu sáng được tạo cấu hình để có các chức năng phù hợp như được mô tả theo phương án điều khiển chiếu sáng trên

đây, sao cho hệ thống chiếu sáng có thể được điều khiển thông qua phương án điều khiển chiếu sáng này.

Trên Hình 2 minh họa hệ thống chiếu sáng theo một phương án ưu tiên của sáng chế, hệ thống chiếu sáng này có thể tương ứng với hệ thống chiếu sáng thông minh (HTCSTM) công cộng điển hình. Sáng chế không giới hạn cách lắp đặt thiết bị, chỉ cần đảm bảo được các kết nối như mô tả trong các phần tiếp theo.

Dưới đây, để thuận tiện cho việc mô tả, hệ thống chiếu sáng theo sáng chế có thể được gọi chi tiết hơn là hệ thống chiếu sáng thông minh và được viết tắt là HTCSTM, bộ điều khiển chiếu sáng có thể được viết tắt là bộ ĐKCS và có thể được gọi chi tiết hơn là bộ ĐKCS thông minh, tủ điều khiển chiếu sáng có thể được gọi tắt là TĐKCS, trung tâm điều khiển chiếu sáng có thể được gọi tắt là TTĐKCS.

Như được thể hiện trên Hình 2, HTCSTM bao gồm nhưng không giới hạn tới các thành phần sau: hệ thống máy chủ (1); Các TĐKCS tích hợp bộ ĐKCS thông minh (8.1.2) tới (8.m.2), ngoài các linh kiện của một tủ điện thông thường như biến áp hạ thế T, bảo vệ mạch CB, cầu đấu, và các linh kiện phụ trợ khác. Số lượng m không bị giới hạn và chỉ phụ thuộc vào dung lượng giám sát và quản lý được của hệ thống máy chủ (1). Mỗi giao tiếp vô tuyến 3G/4G (8.1.3) / (8.2.3) / (8.m.3) và/hoặc giao tiếp hữu tuyến Ethernet ETH (8.1.4) / (8.2.4) / (8.m.4) tương ứng với bộ ĐKCS thứ m; các đường dây 220VAC (12.1) tới (12.m) cấp nguồn cho các thiết bị; các thiết bị đèn LED thông minh (10.1.1) đến (10.1.n), (10.2.1) đến (10.2.n), (10.m.1) đến (10.m.n); các thiết bị cảm biến (11.1.1) đến (11.1.p), (11.2.1) đến (11.2.p), (11.m.1) đến (11.m.p).

Cũng theo Hình 2, hệ thống máy chủ (1) bao gồm: các máy chủ, các phần mềm quản lý, giám sát và điều khiển hệ thống chiếu sáng; các hệ thống phụ trợ như nguồn, thiết bị chuyển mạch, màn hình, các hạ tầng truyền dẫn khác, cấu thành TTĐKCS. Hệ thống máy chủ (1) kết nối với mạng TCP/IP (3) như LAN/Internet thông qua liên kết IP (2). Mạng TCP/IP (3) tiếp đó lại liên kết với mạng GSM 3G/4G (5) thông qua liên kết IP (4). Mạng TCP/IP (3) cũng có thể kết nối trực tiếp tới các TĐKCS thông qua các hạ tầng mạng trung gian nối tới giao tiếp hữu tuyến Ethernet ETH. Mạng GSM 3G/4G (5) kết nối tới các TĐKCS thông qua các giao tiếp vô tuyến 3G/4G. Các bộ ĐKCS cũng kết nối tới các thiết bị đèn LED thông minh và thiết bị cảm biến thông qua phương thức truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng

trên đường dây cấp nguồn (ở đây có thể được gọi theo tên tự đặt là truyền dẫn SmartBUS-AC), sử dụng các cặp dây cấp nguồn AC 220V. Các bộ ĐKCS thực hiện bao gồm nhưng không giới hạn tới các chức năng chính dưới đây.

Chức năng 1: thông qua phương thức truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng trên đường dây cấp nguồn, thu nhận dữ liệu trạng thái hoạt động từ các thiết bị đèn LED thông minh. Sau đó, truyền các dữ liệu này về TTĐKCS thông qua các kết nối vô tuyến 3G/4G và/hoặc kết nối hữu tuyến Ethernet ETH. Dữ liệu trạng thái hoạt động của mỗi đèn LED thông minh bao gồm nhưng không giới hạn tới: cường độ sáng, tọa độ vị trí, tình trạng tắt/bật/lỗi, công suất/điện áp/dòng điện, và các thông tin quản lý khác.

Chức năng 2: thông qua phương thức truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng trên đường dây cấp nguồn, thu nhận dữ liệu từ các cảm biến. Sử dụng dữ liệu cảm biến, mỗi TĐKCS có thể điều chỉnh lại kế hoạch chiếu sáng hoặc truyền các dữ liệu này về TTĐKCS thông qua các kết nối 3G/4G và/hoặc kết nối Ethernet ETH để thực hiện các xử lý khác. Dữ liệu cảm biến bao gồm nhưng không giới hạn tới: cường độ ánh sáng tự nhiên; dự di chuyển của các đối tượng như người, xe cộ trên đường; thông tin về độ ẩm, nhiệt độ; và các loại dữ liệu khác.

Chức năng 3: thông qua phương thức truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng trên đường dây cấp nguồn, các bộ ĐKCS sẽ: Điều khiển tắt, bật, hoặc thay đổi cường độ chiếu sáng của các đèn LED thông minh theo các kế hoạch cài đặt trước hoặc theo các điều kiện môi trường thực tế từ dữ liệu cảm biến; Điều chỉnh các tham số hoạt động của đèn LED và thiết bị cảm biến.

Chức năng 4: nhận các thông tin điều khiển, thông tin cấu hình hay tham số hoạt động của các thiết bị đèn LED, các thiết bị cảm biến từ TTĐKCS.

Chức năng 5: thu nhận các thông tin trạng thái hoạt động, điều kiện môi trường tại mỗi TĐKCS, sau đó gửi về TTĐKCS phục vụ các mục đích giám sát và quản lý.

Chức năng 6: thực hiện giao thức trao đổi dữ liệu bản quyền có bảo mật giữa TĐKCS và TTĐKCS, đồng thời cũng thực hiện các giao thức mở như UPC-UA, DLMS/COSEM, cho phép mở rộng hệ thống và tương thích với các TTĐKCS của nhiều nhà sản xuất khác nhau.

Chức năng 7: cho phép mở rộng hệ thống tới các HTCSTM hữu tuyến PLC như HD-PLC, G.hn/G.9960, PRIME/G3-PLC/G.9903 hoặc các HTCSTM vô tuyến khác, thông qua các cổng mở bao gồm phần cứng và các giao tiếp lập trình ứng dụng API.

Cũng trên Hình 2, mỗi đường dây 220VAC có thể là đơn pha bao gồm 1 dây pha và 1 dây trung tính hoặc là 3 pha bao gồm 3 dây pha A/B/C và 1 dây trung tính. Các bộ ĐKCS cho phép hoạt động trong cả 2 chế độ đơn pha và 3 pha. Điện áp trên mỗi cặp dây pha/dây trung tính từ 90VAC tới 265VAC.

Cũng trên Hình 2, mỗi cặp dây pha bao gồm k cụm đèn (9.1.1) đến (9.1.k), (9.2.1) đến (9.2.k), (9.m.1) đến (9.m.k). Mỗi cụm đèn có thể là 1 hoặc nhiều hơn 1 thiết bị đèn LED thông minh, có thể không có hoặc có 1 hoặc nhiều hơn 1 thiết bị cảm biến. Tổng số lượng thiết bị trên mỗi đường dây 220VAC cho phép là $n+p = 512$.

Trên Hình 3 thể hiện rõ hơn các thành phần của bộ ĐKCS thông minh, thiết bị chiếu sáng (ở đây có thể còn được gọi là đèn LED thông minh), thiết bị cảm biến và sự kết nối truyền thông giữa chúng thông qua đường dây cấp nguồn.

Như được thể hiện trên Hình 3, bộ ĐKCS thông minh, đèn LED thông minh, thiết bị cảm biến, tích hợp phương thức truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng trên đường dây cấp nguồn theo sáng chế, được thực hiện trên mỗi đường dây 220VAC chế độ 3 pha. Bộ ĐKCS thông minh (13) có bốn cổng nối tới các dây pha A/B/C và dây trung tính. Các thiết bị đèn LED thông minh (A.1) tới (A.x), và các thiết bị cảm biến (15) có 2 cổng nối tới dây pha A và dây trung tính. Các thiết bị đèn LED thông minh (B.1) tới (B.x), và các thiết bị cảm biến (16) có hai cổng nối tới dây pha B và dây trung tính. Các thiết bị đèn LED thông minh (C.1) tới (C.x), và các thiết bị cảm biến (17) có hai cổng nối tới dây pha C và dây trung tính. Trong trường hợp chế độ đơn pha, tất cả các đèn LED thông minh và các thiết bị cảm biến sẽ cùng nối chung dây pha và dây trung tính.

Cũng trên Hình 3, bộ ĐKCS thông minh (13) theo phương án ưu tiên này gồm có bốn khối mạch chức năng chính.

Khối mạch chức năng thứ nhất là mạch truyền dẫn ETH (13.4) để thực hiện giao tiếp hữu tuyến Ethernet với giao thức truyền dẫn TCP/IP. Thông qua mạch

(13.4), và hạ tầng truyền dẫn mạng TCP/IP (3), dữ liệu sẽ được trao đổi hai chiều có bảo mật giữa bộ ĐKCS (13) và TTĐKCS.

Khối mạch chức năng thứ hai là mạch truyền dẫn 3G/4G (13.3) để thực hiện giao tiếp vô tuyến dựa trên hạ tầng mạng 3G/4G (5). Thông qua mạch (13.3), dữ liệu cũng được trao đổi hai chiều có bảo mật giữa bộ ĐKCS (13) và TTĐKCS;

Khối mạch chức năng thứ ba là mạch xử lý và điều khiển (13.2) bao gồm các thiết kế phần cứng và giải thuật phần mềm để thực hiện các chức năng chính của bộ ĐKCS đã được mô tả ở phần trên.

Khối mạch chức năng thứ tư là mạch truyền dẫn trên đường dây cáp (ở đây có thể được gọi tắt là SmartBUS-AC hoặc mạch truyền dẫn SmartBUS-AC) để thực hiện phương thức truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng trên đường dây cáp nguồn, bao gồm phần cứng và phần mềm sẽ được mô tả chi tiết dựa trên Hình 4 và Hình 5 sau đây.

Cũng trên Hình 3, mỗi thiết bị đèn LED thông minh theo phương án ưu tiên này gồm có ba khối mạch chức năng chính.

Khối mạch chức năng thứ nhất là mạch LED (14.3) để thực hiện việc điều khiển phát sáng với khả năng tắt, bật, thay đổi cường độ theo các tín hiệu lệnh từ Mạch điều khiển LED (14.2);

Khối mạch chức năng thứ hai là mạch điều khiển LED (14.2), ngoài việc điều khiển mạch LED (14.3), còn thực hiện các chức năng sau: đo các thông số nguồn điện như điện áp / dòng điện / công suất tiêu thụ; đo cường độ ánh sáng tự nhiên; kiểm tra trạng thái hoạt động của đèn; lưu trữ các dữ liệu đo, dữ liệu điều khiển trên bộ nhớ Flash cục bộ; thực hiện các giao tiếp với các chuẩn mở như DALI/1-10V;

Khối mạch chức năng thứ ba là mạch truyền dẫn SmartBUS-AC (14.1) để thực hiện việc trao đổi dữ liệu giữa mạch điều khiển LED (14.2) và bộ ĐKCS (13) thông qua phương thức truyền dẫn SmartBUS-AC trên cặp dây pha cấp nguồn cho đèn.

Cũng trên Hình 3, mỗi thiết bị cảm biến sẽ gồm hai khối mạch chức năng chính.

Khối mạch chức năng thứ nhất là mạch cảm biến (15.1) / (16.1) / (17.1) để thực hiện một hoặc nhiều chức năng thu thập bao gồm nhưng không giới hạn tới các thông số sau: cường độ ánh sáng tự nhiên, dấu hiệu chuyển động của người và

phương tiện giao thông, nhiệt độ và độ ẩm môi trường xung. Mạch cảm biến có thể được cấu hình các chế độ hoạt động mặc định hoặc thay đổi thông số theo dữ liệu điều khiển từ TĐKCS hoặc TTĐKCS.

Khối mạch chức năng thứ hai là mạch truyền dẫn SmartBUS-AC (14.1) để thực hiện việc trao đổi dữ liệu giữa mạch cảm biến (15.1) / (16.1) / (17.1) và bộ ĐKCS (13) thông qua phương thức truyền dẫn SmartBUS-AC trên cặp dây pha cấp nguồn cho đèn.

Theo phương án ưu tiên này, truyền thông giữa bộ điều khiển chiếu sáng và các thiết bị chiếu sáng được thực hiện dựa trên cùng một phương thức truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng chung trên đường dây cấp nguồn như được mô tả trên đây đối với phương pháp điều khiển chiếu sáng theo sáng chế. Các nội dung mô tả lặp lại được dự định lược bỏ để tránh dư thừa.

Các thiết bị cảm biến (15), (16), và (17), được kết nối với bộ điều khiển chiếu sáng (13) thông qua truyền thông trên đường dây cấp nguồn, để thực hiện việc truyền thông giữa bộ điều khiển chiếu sáng (13) và các thiết bị cảm biến (15), (16), và (17) này.

Theo cách tương tự, thiết bị cảm biến bất kỳ trong số các thiết bị cảm biến (15), (16), và (17) đã nêu tạo ra và gửi dữ liệu chứa thông tin cảm biến tới bộ điều khiển chiếu sáng (13) nhờ sử dụng phương thức truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng chung nêu trên. Cặp khoá chính và khoá phụ sử dụng để thực hiện việc truyền thông giữa bộ điều khiển chiếu sáng và các thiết bị chiếu sáng được tạo ra thông qua các bước:

tạo ra, bởi khối tạo cặp khoá chính và khoá phụ của bộ điều khiển chiếu sáng, khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng dựa trên ít nhất là địa chỉ vật lý của bộ điều khiển chiếu sáng và thông tin thời gian thực tại thời điểm tạo ra khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng này,

gửi, bởi khối trao đổi và lưu trữ khoá của bộ điều khiển chiếu sáng, khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng tới các thiết bị cảm biến tương ứng với bộ điều khiển chiếu sáng này,

tạo ra, bởi khối tạo cặp khoá chính và khoá phụ của thiết bị cảm biến, khoá phụ gắn với thiết bị cảm biến dựa trên ít nhất là địa chỉ vật lý của thiết bị cảm biến

và thông tin thời gian thực tại thời điểm tạo ra khoá phụ gắn với thiết bị cảm biến này, mỗi khi nhận được khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng được gửi tới, gửi, khối trao đổi và lưu trữ khoá của thiết bị cảm biến, khoá phụ gắn với thiết bị cảm biến tới bộ điều khiển chiếu sáng.

Ưu tiên là, việc tạo ra khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng còn dựa trên mật khẩu truy nhập của bộ điều khiển chiếu sáng đã nêu, và việc tạo ra khoá phụ gắn với thiết bị cảm biến còn dựa trên mật khẩu truy nhập của thiết bị cảm biến đã nêu.

Dễ thấy là, việc truyền thông sử dụng cặp khoá chính phụ tương tự có thể được thực hiện giữa các thành phần bất kỳ trong hệ thống chiếu sáng theo sáng chế với bộ điều khiển chiếu sáng, giữa các thành phần này với nhau, hoặc giữa các bộ điều khiển chiếu sáng với nhau.

Trên Hình 4 thể hiện sơ đồ khối chức năng phân cứng để thực hiện phương thức truyền dẫn SmartBUS-AC theo một phương án ưu tiên của sáng chế, các khối chức năng phân cứng có thể bao gồm những khối mạch chức năng chính dưới đây.

Khối mạch chức năng thứ nhất là mạch vi xử lý tín hiệu số (18) để thực hiện phần mềm của phương thức SmartBUS-AC. Các mẫu tín hiệu số sẽ được ghi ra khối mạch DAC (19). Mạch (18) cũng đọc các tín hiệu số từ mạch ADC (24) để khôi phục lại dữ liệu. Tốc độ ghi và tốc độ đọc phải đảm bảo tối thiểu 40 MSPS (Milion Sample Per Second – Triệu mẫu trên giây). Chi tiết thực hiện phần mềm của mạch (18) được mô tả chi tiết dựa vào Hình 5.

Khối mạch chức năng thứ hai là mạch DAC băng trung bình 2 – 10 MHz (19) để chuyển đổi các tín hiệu số thành tín hiệu tương tự với tần số cập nhật mẫu tín hiệu số tối thiểu 40 MSPS. Tín hiệu tương tự đầu ra của mạch (19) bao gồm một tập hợp các sóng mang với pha và biên độ đã được biến đổi để đảm bảo tối thiểu nhiễu giao thoa ký tự, nhiễu sóng mang lân cận. Tín hiệu ra của mạch (19) được nối tới mạch (20).

Khối mạch chức năng thứ ba là mạch (20) để thực hiện lọc bỏ các tín hiệu tương tự có tần số nằm ngoài băng trung bình 2 – 10 MHz, để đảm bảo không gây nhiễu vào các băng tần nhỏ hơn 2 MHz và lớn hơn 10 MHz của các hệ thống khác. Tín hiệu ra của mạch (20) được nối tới mạch (21).

Khối mạch chức năng thứ tư là mạch (21) để thực hiện việc điều khiển và phối hợp trở kháng giữa mạch truyền với cặp dây pha, để đảm bảo tín hiệu truyền đi bị suy hao nhỏ nhất, phản xạ đường dây nhỏ nhất, và hệ số khuếch đại cao nhất. Biến áp (25) dùng để ghép tín hiệu biên độ thấp tới cặp dây pha điện áp cao, đồng thời thực hiện việc cách ly bảo vệ các mạch điện áp thấp. Mạch (21) và biến áp (25) được thiết kế để đặc tuyến biên độ - tần số phẳng trong phạm vi 2 – 10 MHz.

Khối mạch chức năng thứ năm là mạch (22) để thực hiện việc điều khiển và phối hợp trở kháng giữa mạch nhận với cặp dây pha, thông qua biến áp (25), để đảm bảo tín hiệu nhận có suy hao nhỏ nhất. Mạch (22) cũng thực hiện chức năng khuếch đại tạp âm thấp vi sai để đảm bảo độ nhạy cao hay tỉ số SNR cao, đồng lợi loại bỏ các nhiễu nền, nhiễu đồng pha giữa cặp dây pha và dây trung tính. Tín hiệu ra của mạch (22) được nối tới mạch (23).

Khối mạch chức năng thứ sáu là mạch (23) để thực hiện việc lọc bỏ các tín hiệu có tần số nhỏ hơn 2 MHz và lớn hơn 10 MHz, để đảm bảo băng thông phù hợp với mạch ADC (24), đồng thời loại bỏ nhiễu ngoài băng. Mạch (23) cũng thực hiện việc khuếch đại tín hiệu các tín hiệu nhận nhỏ bị suy hao trên đường truyền với khả năng tự động điều chỉnh hệ số tăng ích để đảm bảo ngưỡng tín hiệu phù hợp với mạch (24). Tín hiệu ra của mạch (23) được nối tới mạch (24).

Khối mạch chức năng thứ bảy là mạch (24) để chuyển đổi tín hiệu tương tự đầu vào thành các tín hiệu số, với tần số lấy mẫu tối thiểu 40 MSPS. Tần số lấy mẫu này đảm bảo khôi phục nguyên dạng tín hiệu tương tự. Các tín hiệu số sau đó được đọc bởi mạch (18).

Cũng trên Hình 4, các mạch (18), (19) và (24) có thể hoặc là các mạch rời rạc hoặc được tích hợp lại thành một mạch duy nhất để đảm bảo tính gọn nhẹ, và giảm giá thành.

Trên Hình 5 thể hiện sơ đồ giải thuật phần mềm lớp vật lý của phương thức truyền dẫn SmartBUS-AC theo phương án ưu tiên này, giải thuật phần mềm này bao gồm các khối phần mềm chức năng chính dưới đây.

Khối phần mềm chức năng thứ nhất là khối dữ liệu truyền (26) dưới dạng các khung dữ liệu được mã hóa bảo mật với cặp khóa chính và khóa phụ theo phương thức truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng nêu trên (ở đây có thể được gọi là phương thức

bảo mật e-PowerKEY), sau đó được gửi tới khối mã kiểm tra CRC-32 (27). Cách thức mã hóa bảo mật được mô tả dựa trên Hình 6.

Khối phần mềm chức năng thứ hai là khối mã kiểm tra CRC-32 (27) để thực hiện giải thuật kiểm tra dư thừa vòng với đa thức sinh $x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$. Mỗi gói dữ liệu truyền (26) sẽ được thêm vào 32-bit mã kiểm tra. Gói dữ liệu đầu ra của (27) được gửi tới khối mã hóa kênh (28).

Khối phần mềm chức năng thứ ba là khối mã hóa kênh (28) để thực hiện việc thêm các thông tin phục vụ việc phát hiện lỗi và sửa lỗi dữ liệu tại phía thu. Việc thêm thông tin sử dụng các cơ chế mã chập và mã khối Read-Solomon. Sau khi thêm thông tin, các từ dữ liệu sẽ được trộn xen kẽ theo đa thức $1 + x^6 + x^7$ để giảm các lỗi cụm của các bit liên kề nhau. Sau khi trộn xen kẽ, dữ liệu được gửi tới khối điều chế số Pi/4-DQPSK (29) được mô tả dưới đây.

Khối phần mềm chức năng thứ tư là khối điều chế số Pi/4-DQPSK (29) để thực hiện kỹ thuật khóa dịch pha cầu phương vi sai $\pi/4$. Mỗi cặp bit dữ liệu nhị phân sẽ được ánh xạ tới một góc pha xác định của mỗi sóng mang. Cặp bit nhị phân 00 được ánh xạ tới góc $5\pi/4$, cặp bit nhị phân 01 được ánh xạ tới góc $3\pi/4$, cặp bit nhị phân 11 được ánh xạ tới góc $\pi/4$, cặp bit nhị phân 10 được ánh xạ tới góc $7\pi/4$. Mỗi cặp bit nhị phân được gọi là một ký hiệu. Để tạo ra được tốc độ truyền dẫn 2.048 Mbps, khối (28) sử dụng 128 sóng mang với độ dài ký hiệu 100 μ s, độ dài tiền tố chu kỳ CP bằng $\frac{1}{4}$ độ dài ký hiệu hay 25 μ s. Đầu ra của khối (28) là một tập hợp các từ dữ liệu gồm hai thành phần cầu phương I và Q, được xem như là phổ biên độ theo tần số hay tín hiệu rời rạc miền tần số trong dải tần 2 – 10 MHz, được gửi tới khối chuyển đổi IFFT (30).

Khối phần mềm chức năng thứ năm là khối chuyển đổi IFFT (30) để thực hiện biến đổi Fourier ngược, chuyển đổi các mẫu tín hiệu rời rạc miền tần số thành các mẫu tín hiệu rời rạc miền thời gian. Các mẫu tín hiệu rời rạc miền thời gian biểu diễn giá trị biên độ theo thời gian của các sóng mang. Khối (30) sẽ tạo ra một tín hiệu hỗn hợp gồm 128 sóng mang trực giao với nhau. Với khoảng cách tần số giữa hai sóng mang kề cận là 50 kHz, và 5 chu kỳ sóng mang trên một ký hiệu, tín hiệu hỗn hợp sẽ có băng thông 6.4 MHz với phổ tần phân bố đều trong dải 2 – 10 MHz. Đầu ra của khối (30) được gửi tới khối chèn khoảng bảo vệ CP (31).

Khối phần mềm chức năng thứ sáu là khối chèn khoảng bảo vệ CP (31) sẽ thực hiện việc chèn $\frac{1}{4}$ ký hiệu dưới dạng các mẫu tín hiệu rời rạc miền thời gian vào trước mỗi ký hiệu truyền đi. Khoảng bảo vệ CP gọi là tiền tố chu kỳ bởi nó sử dụng chính xác $\frac{1}{4}$ chu kỳ của chính ký hiệu cần chèn. Khoảng bảo vệ CP được sử dụng để loại bỏ giao thoa liên ký hiệu và các nhiễu trễ truyền khi truyền qua kênh truyền dẫn (32).

Cũng trên Hình 5, kênh truyền dẫn (32) bao gồm các phần tử mạch được minh họa trên Hình 4 và cặp dây pha cấp nguồn cho các thiết bị. Tín hiệu từ khối (31) thông qua kênh truyền dẫn (32) tới khối (33).

Khối phần mềm chức năng thứ bảy là khối xóa khoảng bảo vệ CP (33) thực hiện việc đồng bộ thời điểm lấy mẫu tín hiệu đầu vào. Sau khi đồng bộ, các mẫu tín hiệu rời rạc của khoảng bảo vệ CP sẽ được xóa đi, nhằm loại bỏ giao thoa liên ký hiệu và khôi phục lại đúng khoảng thời gian của ký hiệu đã nhận được. Đầu ra của khối (33) là các mẫu tín hiệu rời rạc miền thời gian, được gửi tới khối chuyển đổi FFT (34).

Khối phần mềm chức năng thứ tám là khối chuyển đổi FFT (34) để thực hiện chuyển đổi Fourier thuận, chuyển đổi các mẫu tín hiệu rời rạc miền thời gian thành các mẫu tín hiệu rời rạc miền tần số. Khối (34) sẽ tạo ra 128 tín hiệu rời rạc miền tần số tương ứng với 128 sóng mang trong dải tần 2 – 10 MHz. Các mẫu tín hiệu rời rạc đầu ra của khối (34) được gửi tới khối giải điều chế Pi/4-DQPSK (35).

Khối phần mềm chức năng thứ chín là khối giải điều chế Pi/4-DQPSK (35) để tách mỗi tín hiệu rời rạc thành hai thành phần cầu phương vi sai I và Q. Mỗi thành phần cầu phương được lưu trữ trong một mảng dữ liệu $I_n[1:k]$ và $Q_n[1:k]$, với n là chỉ số sóng mang từ 1 tới 128 và k là số mẫu tín hiệu rời rạc. Để xác định các góc pha θ_k tương ứng với các cặp bit nhị phân 00, 01, 11, hoặc 10, các giá trị $\cos_n(\theta_k)$ và $\sin_n(\theta_k)$ sẽ được tính theo các công thức sau:

$$\cos_n(\theta_k) = \frac{Q_n[k] \cdot Q_n[k-1] + I_n[k] \cdot I_n[k-1]}{Q_n^2[k-1] + I_n^2[k-1]}$$

$$\sin_n(\theta_k) = \frac{Q_n[k] \cdot I_n[k-1] + I_n[k] \cdot Q_n[k-1]}{Q_n^2[k-1] + I_n^2[k-1]}$$

Từ mỗi cặp giá trị $[\cos_n(\theta_k), \sin_n(\theta_k)]$, mỗi cặp bit nhị phân $A_k B_k$ được xác định dựa trên bảng ánh xạ sau:

$\cos_n(\theta_k)$	$\sin_n(\theta_k)$	θ_k	A_k	B_k
+0.707	+0.707	$\pi/4$	1	1
+0.707	-0.707	$7\pi/4$	1	0
-0.707	+0.707	$3\pi/4$	0	1
-0.707	-0.707	$5\pi/4$	0	0

Đầu ra của khối (35) là một chuỗi nối tiếp các cặp bit nhị phân, được gửi tới khối giải mã kênh (36).

Khối phần mềm chức năng thứ mười là khối giải mã kênh (36) để thực hiện khôi phục lại trật tự gốc của chuỗi bit nhị phân đã gửi đi bằng cách trộn chuỗi bit nhị phân với hàm đa thức $1 + x^6 + x^7$, sau khi trật tự gốc được khôi phục, giải thuật Viterbi được sử dụng để phát hiện ra các bit lỗi và sửa lại các bit lỗi này. Chuỗi bit đã được sửa lỗi đầu ra bao gồm khung dữ liệu và mã dư thừa vòng 32-bit tạo bởi khối (27), được gửi tới khối kiểm tra CRC-32 (37).

Khối phần mềm chức năng thứ mười một là khối kiểm tra CRC-32 (37) để tính toán mã dư thừa vòng của khung dữ liệu nhận với đa thức sinh $x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$. Giá trị mã 32-bit tính toán được, so sánh với giá trị CRC-32 đã nhận được. Nếu 2 giá trị CRC-32 bằng nhau, khung dữ liệu nhận sẽ được gửi tới khối xử lý dữ liệu nhận (38), nếu khác nhau, khung dữ liệu nhận sẽ bị hủy. Bởi vì, trong một số điều kiện kênh bị can nhiễu quá nhiều, khối (36) không thể sửa hết được toàn bộ các lỗi bit, khối (37) sẽ có nhiệm vụ đảm bảo các khung dữ liệu lỗi phải bị hủy bỏ.

Khối phần mềm chức năng thứ mười hai là khối xử lý dữ liệu nhận (38) sử dụng cặp khóa chính/khóa phụ của phương thức bảo mật e-PowerKEY, để giải mã khung dữ liệu nhận để nhận lại dữ liệu gốc. Dữ liệu gốc sẽ được sử dụng bởi các lớp ứng dụng của bộ ĐKCS, của thiết bị đèn LED thông minh, và của thiết bị cảm biến để thực hiện các tác vụ điều khiển và quản trị.

Cũng trên Hình 5, phương thức truyền dẫn SmartBUS-AC có thể thay đổi tốc độ truyền dẫn hoặc tăng hoặc giảm, bằng cách thay đổi số lượng sóng mang, thay đổi phương pháp điều chế số, thay đổi độ dài ký hiệu. Tốc độ tối đa có thể đạt được là 4,096 Mbps cho băng thông 2 – 10 MHz.

Trên Hình 6 thể hiện phương pháp mã hoá bảo mật với cặp khoá chính và khoá phụ dùng cho phương thức truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng theo một phương án ưu tiên của sáng chế. Ở đây, để thuận tiện phương pháp mã hoá bảo mật với cặp khoá chính và khoá phụ dùng cho phương thức truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng này có thể được gọi là phương thức bảo mật e-PowerKEY, phương thức bảo mật e-PowerKEY theo phương án ưu tiên này có thể được thực hiện thông qua các khối chức năng dưới đây.

Khối chức năng thứ nhất là hồi địa chỉ MAC (39) để tạo ra địa chỉ vật lý duy nhất cho mỗi thiết bị trong hệ thống theo một quy tắc riêng. Địa chỉ MAC được lưu trữ tại thiết bị và không thay đổi. Một phần địa chỉ MAC dài 48-bit sẽ được sử dụng để tạo khóa.

Khối chức năng thứ hai là khối thông tin thời gian (40) để tạo ra một từ mã duy nhất dài 6 bytes hay 48-bit không trùng lặp dựa trên thông giờ, phút, giây, ngày, tháng, năm tại thời điểm sinh khóa.

Khối chức năng thứ ba là khối thông tin mật khẩu (41) sử dụng mật khẩu truy nhập thiết bị, đảo trật tự các bytes dữ liệu theo một quy tắc bảo mật, tạo ra một chuỗi mã riêng. Độ dài chuỗi mã mật khẩu là 48-bit.

Khối chức năng thứ tư là khối tạo cặp khóa chính/ khóa phụ (42) sử dụng ba từ mã từ khối (39), khối (40), khối (41) làm đầu vào cho hàm băm SHA-128. Đầu ra của hàm băm là một mã khóa có độ dài 128-bit. Khóa được sinh tại các thời điểm ngẫu nhiên theo thông tin thời gian thực trên mỗi thiết bị. Khóa được tạo ra trên bộ ĐKCS được coi là khóa chính. Khóa được tạo ra trên các thiết bị cuối (đèn LED thông minh, thiết bị cảm biến, hoặc thành phần tương tự) được coi là khóa phụ. Với cơ chế sinh khóa này, mỗi thiết bị cuối sẽ có một khóa phụ riêng.

Theo một phương án ưu tiên cụ thể, thời gian tồn tại của mỗi khóa có thể được đặt trước và cấu hình được, nhưng tối đa không vượt quá một khoảng thời gian tham chiếu, ví dụ không vượt quá 7 ngày, chẳng hạn.

Khối chức năng thứ năm là khối trao đổi và lưu trữ khóa (43) hoạt động theo cơ chế sau: bộ ĐKCS tạo ra khóa chính và chỉ truyền khóa chính này tới các thiết bị cuối trong phạm vi quản lý. Khi có một thiết bị cuối mới được thêm vào, bộ ĐKCS sẽ gửi lệnh yêu cầu xác thực để đảm bảo thiết bị là hợp lệ và sẽ được thêm vào danh sách quản lý nội bộ trên bộ ĐKCS. Khi mỗi thiết bị nhận được khóa chính, sẽ tạo ra khóa phụ và gửi khóa phụ này về bộ ĐKCS. Việc trao đổi khóa sẽ được xác nhận thành công, nếu không thành công chu trình trao đổi khóa sẽ phải được thực hiện lại. Sau khi hết thời hạn tồn tại của khóa chính, bộ ĐKCS sẽ tạo ra khóa chính mới, và chu trình trao đổi khóa giữa bộ ĐKCS và các thiết bị cuối lại được lặp lại. Dữ liệu chỉ được trao đổi khi chu trình trao đổi khóa kết thúc. Khóa chính và khóa phụ sẽ được lưu trữ đồng thời trên cả bộ ĐKCS và mỗi thiết bị cuối để sử dụng vào việc mã hóa và giải mã dữ liệu.

Khối chức năng thứ sáu là khối mã hóa AES-128 (45) để thực hiện giải thuật mã hóa AES tiêu chuẩn với khóa dài 128-bit. Khóa này được tạo ra từ khối (43), trộn với dữ liệu gốc (44) để tạo ra dữ liệu mã hóa (46) theo chiều gửi đi. Ở chiều nhận về, dữ liệu mã hóa (46) được giải mã AES với khóa (43) để khôi phục lại dữ liệu gốc (44).

Hiển nhiên là, phương thức bảo mật e-PowerKEY có thể áp dụng cho việc truyền thông và bảo mật thông tin giữa các thành phần bất kỳ với nhau hoặc với các thành phần khác trong hệ thống chiếu sáng thông minh, ví dụ giữa bộ điều khiển chiếu sáng và thiết bị chiếu sáng, giữa bộ điều khiển chiếu sáng và thiết bị cảm biến, giữa các thiết bị chiếu sáng với nhau, giữa các bộ điều khiển chiếu sáng với nhau, hoặc giữa các thiết bị cảm biến với nhau, chẳng hạn.

Dễ thấy là, thông qua việc sử dụng cách thức mã hóa dữ liệu chiếu sáng theo phương thức bảo mật e-PowerKEY mô tả ở đây, để mã hóa dữ liệu truyền thông giữa các thành phần trong hệ thống chiếu sáng theo sáng chế, tính bảo mật thông tin được tối ưu và có thể được cho là rất khó để thực hiện các truy nhập không hợp lệ. Cụ thể hơn, để truy nhập không hợp lệ, kẻ xấu cần phải giải quyết được các vấn đề dưới đây.

Thứ nhất, cần phải sử dụng dây điện cáp vào tủ điện hoặc đường dây cáp nguồn của lưới điện chiếu sáng. Nếu thực hiện trái phép thì không hề đơn giản vì

các dây cáp nguồn chiếu sáng công cộng luôn được chôn ngầm và luôn được giám sát. Ngoài ra, sẽ phải kéo ra một cặp dây để nối đến nơi sử dụng.

Thứ hai, cần phải có một phần cứng tương thích về điện áp cao, tương thích về dải tần 2 tới 10 MHz, tương thích về phương thức điều chế OFDM, tương thích đóng gói dữ liệu.

Thứ ba, bộ ĐKCS sẽ xác thực khi có thiết bị mới nối vào hệ thống. Việc xác thực này sử dụng cơ chế địa chỉ vật lý của thiết bị, được tạo ra bởi một giải thuật nội bộ để đảm bảo các thiết bị được sản xuất bởi các đơn vị khác sẽ không có địa chỉ tương thích. Khi bộ ĐKCS không xác thực được thiết bị này là hợp lệ, nó sẽ khóa các trao đổi dữ liệu liên quan đến thiết bị này và thông báo cho các thiết bị đầu cuối nó quản lý để làm tương tự.

Thứ tư, đăng nhập vào hệ thống với tên và mật khẩu chưa biết. Tên và mật khẩu đăng nhập trong hệ thống đã được gộp lại và băm theo một giải thuật trộn nội bộ để tăng độ bảo mật.

Thứ năm, cần giải mã được cặp khóa chính/khóa phụ sử dụng trong truyền dẫn giữa bộ ĐKCS và các thiết bị thì mới can thiệp được vào hệ thống. Các thiết bị đầu cuối của hệ thống chỉ nhận lệnh và truyền tới bộ ĐKCS đã đăng ký. Nên nếu có một gói lệnh điều khiển giả lập không có cùng khóa chính và không có cùng địa chỉ vật lý của bộ ĐKCS đó, thì gói lệnh điều khiển đó sẽ bị bỏ qua. Đồng thời bộ ĐKCS sẽ gửi cảnh báo truy nhập trái phép về Trung tâm ĐKCS.

Theo một khía cạnh khác nữa, thiết bị chiếu sáng sẽ được mô tả theo một phương án ưu tiên của sáng chế.

Thiết bị chiếu sáng theo phương án ưu tiên này có thể bao gồm: môđun chiếu sáng để thực hiện chức năng chiếu sáng; mạch điều khiển chiếu sáng để điều khiển môđun chiếu sáng, thu thập dữ liệu về trạng thái hoạt động của thiết bị chiếu sáng, và điều khiển các hoạt động của thiết bị chiếu sáng; và mạch truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng để nhận và gửi dữ liệu chiếu sáng thông qua truyền thông trên đường dây cáp nguồn.

Mạch điều khiển chiếu sáng điều khiển thực hiện gửi dữ liệu về trạng thái hoạt động của thiết bị chiếu sáng nêu trên tới bộ điều khiển chiếu sáng nhờ mạch truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng thông qua truyền thông trên đường dây cáp nguồn dựa trên phương thức truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng.

Phương thức truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng đã nêu sử dụng kỹ thuật điều chế OFDM có băng thông lớn hơn hoặc bằng 500 kHz, để điều chế và giải điều chế các dữ liệu chiếu sáng được truyền dẫn. Dữ liệu chiếu sáng được mã hoá bảo mật với cặp khoá chính và khoá phụ, cặp khoá chính và khoá phụ này được tạo ra thông qua các bước:

tạo ra, tại bộ điều khiển chiếu sáng, khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng,

gửi, bởi bộ điều khiển chiếu sáng, khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng tới thiết bị chiếu sáng,

tạo ra, tại thiết bị chiếu sáng, khoá phụ gắn với thiết bị chiếu sáng dựa trên ít nhất là địa chỉ vật lý của thiết bị chiếu sáng và thông tin thời gian thực tại thời điểm tạo ra khoá phụ gắn với thiết bị chiếu sáng này, mỗi khi nhận được khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng được gửi tới,

gửi, bởi thiết bị chiếu sáng, khoá phụ gắn với thiết bị chiếu sáng tới bộ điều khiển chiếu sáng

Ưu tiên là, việc tạo ra khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng còn dựa trên mật khẩu truy nhập của bộ điều khiển chiếu sáng đã nêu, và việc tạo ra khoá phụ gắn với thiết bị chiếu sáng còn dựa trên mật khẩu truy nhập của thiết bị chiếu sáng đã nêu.

Những lợi ích có thể đạt được bởi sáng chế

Với các đặc trưng được mô tả trên đây, giải pháp chiếu sáng theo sáng chế không chỉ tận dụng tối đa các ưu điểm công nghệ sẵn có, mà đồng thời cũng giải quyết tốt một số hạn chế căn bản như đã đề cập trong tình trạng kỹ thuật của sáng chế. Sáng chế ứng dụng công nghệ LED và truyền dẫn dữ liệu trên đường dây cáp nguồn dùng cho chiếu sáng công cộng, và đề xuất phương thức trao đổi dữ liệu cải tiến cho phép giải quyết các vấn đề hoặc đạt được các lợi ích dưới đây.

(1) Giảm phụ thuộc thiết bị vào các nhà cung cấp nước ngoài, giảm giá thành hệ thống, giảm chi phí đầu tư, duy trì thông qua việc có thể chủ động thiết kế, chế tạo, và sản xuất các thành phần hệ thống chiếu sáng thông minh công cộng. Từ đó, sẽ thúc đẩy triển khai rộng rãi các hệ thống chiếu sáng thông minh công cộng nhằm tăng cường các lợi ích kích tế và xã hội, phục vụ các nhu cầu cuộc sống sinh hoạt của con người.

(2) Hệ thống được thiết kế với các giao tiếp dữ liệu cải tiến giữa các thiết bị chiếu sáng và TĐKCS, giữa cảm biến và TĐKCS, giữa các thiết bị chiếu sáng với nhau, giữa các thiết bị cảm biến với nhau. Đồng thời hỗ trợ các tiêu chuẩn mở như DALI, UPC-UA, DLMS/COSEM để đảm bảo tương thích với các hệ thống khác đã, đang và sẽ được triển khai, giúp giảm được sự độc quyền và tăng sự cạnh tranh về chất lượng và giá cả.

(3) Sử dụng đường dây cáp nguồn để làm phương tiện trao đổi dữ liệu giữa các thành phần trong hệ thống (đèn, cảm biến, TĐKCS), thuận tiện cho việc nâng cấp, triển khai và duy trì hoạt động, đồng thời tránh được các hạn chế cố hữu của các đường truyền vô tuyến đã đề cập ở trên. Hệ thống cũng khai thác băng thông từ 2 – 10 MHz để truyền dẫn dữ liệu tại tốc độ tối đa 2 Mbps, vừa đảm bảo truyền dữ liệu thời gian thực, vừa đảm bảo được khoảng cách truyền dẫn trong vòng 3 km (tương đương với độ dài lộ dây cáp nguồn chiếu sáng ngoài trời dài nhất trong thực tế), vừa giảm được sự phức tạp của mạch điện truyền dẫn, và giảm giá thành môđun điều khiển. Từ đó, khắc phục được các hạn chế của một số phương thức truyền dẫn hữu tuyến đã đề cập ở trên.

(4) Thông qua việc đề xuất và thực hiện phương thức truyền dẫn SmartBUS-AC (Smart BUS over AC 220V) nêu trên, bao gồm phần mềm lớp vật lý là các giải thuật kết hợp giữa điều chế OFDM (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing – Ghép kênh phân chia theo tần số trực giao) băng trung bình 2 – 10 MHz, cơ chế mã hóa sửa lỗi Reed-Solomon/mã chập/giải mã Viterbi, và phần cứng là các mạch điện AFE (Analog Front End) băng trung bình mới bao gồm chuyển đổi ADC (Analog to Digital Converter – Bộ chuyển đổi tương tự sang số), chuyển đổi DAC (Digital to Analog Converter – Bộ chuyển đổi số sang tương tự), mạch lọc thông dải, và mạch điều khiển phối hợp trở kháng đường dây cáp nguồn. Phần mềm được thực hiện trên các bộ vi xử lý thời gian thực thông dụng, để giảm giá thành và tránh phụ thuộc vào các mạch tích hợp chuyên dụng cho PLC. Phương thức truyền dẫn mới cũng sử dụng cơ chế đa truy nhập phát hiện xung đột sóng mang CSMA/CD (Carrier-Sense Multiple Access with Collision Detection) để giảm thời gian trao đổi dữ liệu giữa các thiết bị, và cho phép thiết bị hoạt động trên cùng băng tần với phương thức PLC sử dụng OFDM băng rộng 2 – 40 MHz, có thể nâng cao đáng kể tính thời gian thực của hệ thống chiếu sáng thông minh.

(5) Thông qua việc đề xuất và thực hiện cơ chế bảo mật dữ liệu e-PowerKEY nêu trên với cơ chế khóa cục bộ biến đổi. Trong cơ chế này, khóa giải mã sẽ được bộ ĐKCS sinh ra tự động dựa trên: thông tin địa chỉ MAC của mỗi bộ ĐKCS, mật khẩu truy nhập, và thông tin thời gian tại thời điểm sinh khóa. Thời điểm sinh khóa là ngẫu nhiên. Thời gian tồn tại của mỗi khóa có thể cấu hình được. Sau khi sinh khóa chính, bộ ĐKCS sẽ truyền khóa tới tất cả các thiết bị có trong danh sách quản lý của bộ ĐKCS thông qua một cơ chế xác thực trao đổi khóa. Dựa trên khóa chính nhận được từ bộ ĐKCS, mỗi thiết bị sẽ sinh thêm một khóa phụ của riêng nó và gửi khóa phụ này về bộ ĐKCS. Các thiết bị sử dụng khóa chính để giải mã dữ liệu nhận được từ bộ ĐKCS. Bộ ĐKCS sử dụng khóa phụ của mỗi thiết bị để giải mã dữ liệu nhận được từ thiết bị đó. Cơ chế sinh khóa, trao đổi khóa và giải mã với cặp khóa chính/khóa phụ đảm bảo dữ liệu chỉ được giải mã đúng tại bộ ĐKCS và tại mỗi thiết bị, nhờ đó tối ưu hoá tính bảo mật thông tin của hệ thống.

Trên đây, sáng chế đã được mô tả chi tiết theo các phương án ưu tiên thực hiện, và có thể kèm theo các phương án thay thế hoặc tương đương hoặc các ví dụ cụ thể, sử dụng các mô tả và thuật ngữ phù hợp để người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này có thể hiểu và thực hiện được giải pháp theo sáng chế. Vì vậy, người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật tương ứng có thể dễ dàng tạo ra các thay đổi, cải biến, hoặc thay thế tương đương dựa vào các nội dung và các phương án được mô tả. Do đó, các thay đổi, cải biến, hoặc thay thế tương đương này được coi là không nằm ngoài phạm vi của sáng chế, và phạm vi bảo hộ của sáng chế hiển nhiên là không bị giới hạn bởi các nội dung và phương án được mô tả trên đây, mà được xác định theo phạm vi rộng nhất trong yêu cầu bảo hộ kèm theo.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp điều khiển chiếu sáng bao gồm:

kết nối, thông qua truyền thông trên đường dây cấp nguồn, ít nhất là một bộ điều khiển chiếu sáng và ít nhất là các thiết bị chiếu sáng tương ứng với bộ điều khiển chiếu sáng này, để thực hiện việc truyền thông giữa bộ điều khiển chiếu sáng và các thiết bị chiếu sáng;

thu thập, bởi thiết bị chiếu sáng, dữ liệu về trạng thái hoạt động của thiết bị chiếu sáng, và gửi dữ liệu về trạng thái hoạt động của thiết bị chiếu sáng này tới bộ điều khiển chiếu sáng thông qua truyền thông trên đường dây cấp nguồn;

tạo ra, bởi bộ điều khiển chiếu sáng, dữ liệu chứa thông tin điều khiển thiết bị chiếu sáng, và gửi dữ liệu chứa thông tin điều khiển thiết bị chiếu sáng tới các thiết bị chiếu sáng tương ứng thông qua truyền thông trên đường dây cấp nguồn;

khác biệt ở chỗ:

dữ liệu về trạng thái hoạt động của thiết bị chiếu sáng và dữ liệu chứa thông tin điều khiển thiết bị chiếu sáng nêu trên được gửi thông qua truyền thông trên đường dây cấp nguồn dựa trên cùng một phương thức truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng chung trên đường dây cấp nguồn,

trong đó:

phương thức truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng chung đã nêu sử dụng kỹ thuật điều chế OFDM có băng thông lớn hơn hoặc bằng 500 kHz, để điều chế và giải điều chế các dữ liệu chiếu sáng được truyền dẫn,

trong đó dữ liệu chiếu sáng được mã hoá bảo mật với cặp khoá chính và khoá phụ,

trong đó cặp khoá chính và khoá phụ sử dụng để thực hiện việc truyền thông giữa bộ điều khiển chiếu sáng và các thiết bị chiếu sáng được tạo ra thông qua các bước:

tạo ra, bởi khối tạo cặp khoá chính và khoá phụ của bộ điều khiển chiếu sáng, khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng dựa trên ít nhất là địa chỉ vật lý của bộ điều khiển chiếu sáng và thông tin thời gian thực tại thời điểm tạo ra khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng này,

gửi, bởi khối trao đổi và lưu trữ khoá của bộ điều khiển chiếu sáng, khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng tới các thiết bị chiếu sáng tương ứng với bộ điều khiển chiếu sáng này,

tạo ra, bởi khối tạo cặp khoá chính và khoá phụ của thiết bị chiếu sáng, khoá phụ gắn với thiết bị chiếu sáng dựa trên ít nhất là địa chỉ vật lý của thiết bị chiếu sáng và thông tin thời gian thực tại thời điểm tạo ra khoá phụ gắn với thiết bị chiếu sáng này, mỗi khi nhận được khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng được gửi tới,

gửi, khối trao đổi và lưu trữ khoá của thiết bị chiếu sáng, khoá phụ gắn với thiết bị chiếu sáng tới bộ điều khiển chiếu sáng.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc tạo ra khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng còn dựa trên mật khẩu truy nhập của bộ điều khiển chiếu sáng đã nêu, và việc tạo ra khoá phụ gắn với thiết bị chiếu sáng còn dựa trên mật khẩu truy nhập của thiết bị chiếu sáng đã nêu.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó:

khóa chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng được tạo ra nhờ sử dụng hàm băm SHA-128 lấy đầu vào là địa chỉ vật lý của bộ điều khiển chiếu sáng, thông tin thời gian thực, và mật khẩu truy nhập của bộ điều khiển chiếu sáng,

khóa phụ gắn với thiết bị chiếu sáng được tạo ra nhờ sử dụng hàm băm SHA-128 lấy đầu vào là địa chỉ vật lý của thiết bị chiếu sáng, thông tin thời gian thực, và mật khẩu truy nhập của thiết bị chiếu sáng.

4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó kỹ thuật điều chế OFDM đã nêu có băng tần nằm trong dải tần từ 2 đến 10 MHz.

5. Phương pháp theo điểm 5, trong đó kỹ thuật điều chế OFDM đã nêu sử dụng tập sóng mang con gồm có 128 sóng mang trực giao được phân bố theo bước tần số 50 kHz của băng thông 6,4 MHz, nằm trong dải tần từ 2 đến 10 MHz, có tần số trung tâm là 6 MHz.

6. Phương pháp theo điểm 4 hoặc 5, trong đó dữ liệu chiếu sáng được mã hoá bảo mật với cặp khoá chính và khoá phụ để tạo ra dữ liệu truyền dưới dạng các khung dữ liệu và được truyền dẫn trên đường dây cáp nguồn theo các gói dữ liệu truyền,

trong đó mỗi gói dữ liệu truyền này được thêm vào các bit mã kiểm tra và được kiểm tra nhờ thực hiện giải thuật kiểm tra dư thừa vòng với đa thức sinh được

xác định như sau: $x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$.

7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó mỗi gói dữ liệu truyền còn được thêm vào các thông tin phục vụ việc phát hiện lỗi và sửa lỗi tại phía thu,

trong đó các thông tin phục vụ việc phát hiện lỗi và sửa lỗi tại phía thu này được thêm vào nhờ sử dụng các cơ chế mã chập và mã khối Read-Solomon, để tạo ra các từ dữ liệu có chứa thông tin phục vụ việc phát hiện lỗi và sửa lỗi tại phía thu,

các từ dữ liệu sẽ được trộn xen kẽ theo đa thức trộn để giảm các lỗi cụm của các bit liền kề nhau, trong đó đa thức trộn được xác định như sau: $1 + x^6 + x^7$.

8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó mỗi gói dữ liệu truyền còn được điều chế thành các mẫu tín hiệu rời rạc trong miền tần số, chuyển đổi sang các mẫu tín hiệu rời rạc trong miền thời gian, và chèn vào các khoảng bảo vệ có độ dài bằng $\frac{1}{4}$ chu kỳ của chính từ dữ liệu cần chèn, để loại bỏ giao thoa liên ký hiệu và các nhiễu trễ khi truyền truyền dẫn trên đường dây cáp nguồn.

9. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 8, trong đó khoảng thời gian tồn tại của cặp khoá chính và khoá phụ được cài đặt trước, khi hết khoảng thời gian được cài đặt trước này, cặp khoá chính và khoá phụ mới sẽ được tạo ra để thay thế cho cặp khoá chính và khoá phụ trước đó.

10. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước kết nối, thông qua truyền thông trên đường dây cáp nguồn, bộ điều khiển chiếu sáng và các thiết bị cảm biến tương ứng với các thiết bị chiếu sáng, để thực hiện việc truyền thông giữa bộ điều khiển chiếu sáng và các thiết bị cảm biến này.

11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó thiết bị cảm biến đã nêu tạo ra và gửi dữ liệu chứa thông tin cảm biến tới bộ điều khiển chiếu sáng nhờ sử dụng phương thức truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng chung nêu trên,

trong đó cặp khoá chính và khoá phụ sử dụng để thực hiện việc truyền thông giữa bộ điều khiển chiếu sáng và các thiết bị chiếu sáng được tạo ra thông qua các bước:

tạo ra, bởi khối tạo cặp khoá chính và khoá phụ của bộ điều khiển chiếu sáng, khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng dựa trên ít nhất là địa chỉ vật lý

của bộ điều khiển chiếu sáng và thông tin thời gian thực tại thời điểm tạo ra khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng này,

gửi, bởi khối trao đổi và lưu trữ khoá của bộ điều khiển chiếu sáng, khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng tới các thiết bị cảm biến tương ứng với bộ điều khiển chiếu sáng này,

tạo ra, bởi khối tạo cặp khoá chính và khoá phụ của thiết bị cảm biến, khoá phụ gắn với thiết bị cảm biến dựa trên ít nhất là địa chỉ vật lý của thiết bị cảm biến và thông tin thời gian thực tại thời điểm tạo ra khoá phụ gắn với thiết bị cảm biến này, mỗi khi nhận được khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng được gửi tới,

gửi, khối trao đổi và lưu trữ khoá của thiết bị cảm biến, khoá phụ gắn với thiết bị cảm biến tới bộ điều khiển chiếu sáng.

12. Phương pháp theo điểm 11, trong đó việc tạo ra khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng còn dựa trên mật khẩu truy nhập của bộ điều khiển chiếu sáng đã nêu, và việc tạo ra khoá phụ gắn với thiết bị cảm biến còn dựa trên mật khẩu truy nhập của thiết bị cảm biến đã nêu.

13. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 12, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước kết nối, thông qua truyền thông có dây và/hoặc không dây, bộ điều khiển chiếu sáng và hệ thống máy chủ, để thực hiện việc truyền thông giữa bộ điều khiển chiếu sáng và hệ thống máy chủ này.

14. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó ít nhất là một trong số bộ điều khiển chiếu sáng, các thiết bị chiếu sáng, và các thiết bị cảm biến còn được tạo cấu hình để hỗ trợ giao tiếp theo một hoặc một số trong số các tiêu chuẩn mở, bao gồm nhưng không giới hạn ở, DALI, UPC-UA, và DLMS/COSEM.

15. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 14, trong đó dữ liệu về trạng thái hoạt động của thiết bị chiếu sáng chứa ít nhất là một hoặc một số trong số dữ liệu về điện áp, dòng điện, công suất tiêu thụ, tình trạng thiết bị, hoặc dữ liệu tương tự.

16. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 15, trong đó dữ liệu chứa thông tin cảm biến chứa ít nhất là một hoặc một số trong số thông tin về cường độ ánh sáng tự nhiên, chuyển động của người hoặc vật, nhiệt độ và/hoặc độ ẩm môi trường xung quanh, hoặc thông tin tương tự.

17. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 16, trong đó dữ liệu chứa thông tin điều khiển thiết bị chiếu sáng chứa ít nhất là một hoặc một số trong số thông tin điều khiển tắt, bật, thay đổi cường độ chiếu sáng, thay đổi màu sắc, thay đổi nhiệt độ màu, hoặc thông tin tương tự.

18. Hệ thống chiếu sáng bao gồm:

ít nhất là một bộ điều khiển chiếu sáng và ít nhất là các thiết bị chiếu sáng tương ứng bộ điều khiển chiếu sáng được kết nối thông qua truyền thông trên đường dây cấp nguồn, để thực hiện việc truyền thông giữa bộ điều khiển chiếu sáng và các thiết bị chiếu sáng,

trong đó thiết bị chiếu sáng thu thập dữ liệu về trạng thái hoạt động của thiết bị chiếu sáng, và gửi dữ liệu về trạng thái hoạt động của thiết bị chiếu sáng này tới bộ điều khiển chiếu sáng thông qua truyền thông trên đường dây cấp nguồn,

trong đó bộ điều khiển chiếu sáng tạo ra dữ liệu chứa thông tin điều khiển thiết bị chiếu sáng, và gửi dữ liệu chứa thông tin điều khiển thiết bị chiếu sáng tới các thiết bị chiếu sáng tương ứng thông qua truyền thông trên đường dây cấp nguồn;

khác biệt ở chỗ:

dữ liệu về trạng thái hoạt động của thiết bị chiếu sáng và dữ liệu chứa thông tin điều khiển thiết bị chiếu sáng nêu trên được gửi thông qua truyền thông trên đường dây cấp nguồn dựa trên cùng một phương thức truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng chung trên đường dây cấp nguồn,

trong đó:

phương thức truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng chung đã nêu sử dụng kỹ thuật điều chế OFDM có băng thông lớn hơn hoặc bằng 500 kHz, để điều chế và giải điều chế các dữ liệu chiếu sáng được truyền dẫn,

trong đó dữ liệu chiếu sáng được mã hoá bảo mật với cặp khoá chính và khoá phụ,

trong đó cặp khoá chính và khoá phụ sử dụng để thực hiện việc truyền thông giữa bộ điều khiển chiếu sáng và các thiết bị chiếu sáng được tạo ra thông qua các bước:

tạo ra, bởi khối tạo cặp khoá chính và khoá phụ của bộ điều khiển chiếu sáng, khóa chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng dựa trên ít nhất là địa chỉ vật lý

của bộ điều khiển chiếu sáng và thông tin thời gian thực tại thời điểm tạo ra khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng này,

gửi, bởi khối trao đổi và lưu trữ khoá của bộ điều khiển chiếu sáng, khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng tới các thiết bị chiếu sáng tương ứng với bộ điều khiển chiếu sáng này,

tạo ra, bởi khối tạo cặp khoá chính và khoá phụ của thiết bị chiếu sáng, khoá phụ gắn với thiết bị chiếu sáng dựa trên ít nhất là địa chỉ vật lý của thiết bị chiếu sáng và thông tin thời gian thực tại thời điểm tạo ra khoá phụ gắn với thiết bị chiếu sáng này, mỗi khi nhận được khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng được gửi tới,

gửi, khối trao đổi và lưu trữ khoá của thiết bị chiếu sáng, khoá phụ gắn với thiết bị chiếu sáng tới bộ điều khiển chiếu sáng.

19. Hệ thống theo điểm 18, trong đó việc tạo ra khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng còn dựa trên mật khẩu truy nhập của bộ điều khiển chiếu sáng đã nêu, và việc tạo ra khoá phụ gắn với thiết bị chiếu sáng còn dựa trên mật khẩu truy nhập của thiết bị chiếu sáng đã nêu.

20. Hệ thống theo điểm 19, trong đó:

khóa chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng được tạo ra nhờ sử dụng hàm băm SHA-128 lấy đầu vào là địa chỉ vật lý của bộ điều khiển chiếu sáng, thông tin thời gian thực, và mật khẩu truy nhập của bộ điều khiển chiếu sáng,

khóa phụ gắn với thiết bị chiếu sáng được tạo ra nhờ sử dụng hàm băm SHA-128 lấy đầu vào là địa chỉ vật lý của thiết bị chiếu sáng, thông tin thời gian thực, và mật khẩu truy nhập của thiết bị chiếu sáng.

21. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 18 đến 20, trong đó kỹ thuật điều chế OFDM đã nêu có băng tần nằm trong dải tần từ 2 đến 10 MHz.

22. Hệ thống theo điểm 21, trong đó kỹ thuật điều chế OFDM đã nêu sử dụng tập sóng mang con gồm có 128 sóng mang trực giao được phân bố theo bước tần số 50 kHz của băng thông 6,4 MHz, nằm trong dải tần từ 2 đến 10 MHz, có tần số trung tâm là 6 MHz.

23. Hệ thống theo điểm 21 hoặc 22, trong đó dữ liệu chiếu sáng được mã hoá bảo mật với cặp khoá chính và khoá phụ để tạo ra dữ liệu truyền dưới dạng các khung dữ liệu và được truyền dẫn trên đường dây cấp nguồn theo các gói dữ liệu truyền,

trong đó mỗi gói dữ liệu truyền này được thêm vào các bit mã kiểm tra và được kiểm tra nhờ thực hiện giải thuật kiểm tra dư thừa vòng với đa thức sinh được xác định như sau: $x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$.

24. Hệ thống theo điểm 23, trong đó mỗi gói dữ liệu truyền còn được thêm vào các thông tin phục vụ việc phát hiện lỗi và sửa lỗi tại phía thu,

trong đó các thông tin phục vụ việc phát hiện lỗi và sửa lỗi tại phía thu này được thêm vào nhờ sử dụng các cơ chế mã chập và mã khối Read-Solomon, để tạo ra các từ dữ liệu có chứa thông tin phục vụ việc phát hiện lỗi và sửa lỗi tại phía thu,

các từ dữ liệu sẽ được trộn xen kẽ theo đa thức trộn để giảm các lỗi cụm của các bit liền kề nhau, trong đó đa thức trộn được xác định như sau: $1 + x^6 + x^7$.

25. Hệ thống theo điểm 24, trong đó mỗi gói dữ liệu truyền còn được điều chế thành các mẫu tín hiệu rời rạc trong miền tần số, chuyển đổi sang các mẫu tín hiệu rời rạc trong miền thời gian, và chèn vào các khoảng bảo vệ có độ dài bằng $\frac{1}{4}$ chu kỳ của chính từ dữ liệu cần chèn, để loại bỏ giao thoa liên ký hiệu và các nhiễu trễ khi truyền truyền dẫn trên đường dây cáp nguồn.

26. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 18 đến 25, trong đó khoảng thời gian tồn tại của cặp khoá chính và khoá phụ được cài đặt trước, khi hết khoảng thời gian được cài đặt trước này, cặp khoá chính và khoá phụ mới sẽ được tạo ra để thay thế cho cặp khoá chính và khoá phụ trước đó.

27. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 18 đến 26, trong đó hệ thống này còn bao gồm các thiết bị cảm biến tương ứng với các thiết bị chiếu sáng, được kết nối với bộ điều khiển chiếu sáng thông qua truyền thông trên đường dây cáp nguồn, để thực hiện việc truyền thông giữa bộ điều khiển chiếu sáng và các thiết bị cảm biến này.

28. Hệ thống theo điểm 27, trong đó thiết bị cảm biến đã nêu tạo ra và gửi dữ liệu chứa thông tin cảm biến tới bộ điều khiển chiếu sáng nhờ sử dụng phương thức truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng chung nêu trên,

trong đó cặp khoá chính và khoá phụ sử dụng để thực hiện việc truyền thông giữa bộ điều khiển chiếu sáng và các thiết bị chiếu sáng được tạo ra thông qua các bước:

tạo ra, bởi khối tạo cặp khoá chính và khoá phụ của bộ điều khiển chiếu sáng, khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng dựa trên ít nhất là địa chỉ vật lý của bộ điều khiển chiếu sáng và thông tin thời gian thực tại thời điểm tạo ra khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng này,

gửi, bởi khối trao đổi và lưu trữ khoá của bộ điều khiển chiếu sáng, khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng tới các thiết bị cảm biến tương ứng với bộ điều khiển chiếu sáng này,

tạo ra, bởi khối tạo cặp khoá chính và khoá phụ của thiết bị cảm biến, khoá phụ gắn với thiết bị cảm biến dựa trên ít nhất là địa chỉ vật lý của thiết bị cảm biến và thông tin thời gian thực tại thời điểm tạo ra khoá phụ gắn với thiết bị cảm biến này, mỗi khi nhận được khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng được gửi tới,

gửi, khối trao đổi và lưu trữ khoá của thiết bị cảm biến, khoá phụ gắn với thiết bị cảm biến tới bộ điều khiển chiếu sáng.

29. Hệ thống theo điểm 28, trong đó việc tạo ra khoá chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng còn dựa trên mật khẩu truy nhập của bộ điều khiển chiếu sáng đã nêu, và việc tạo ra khoá phụ gắn với thiết bị cảm biến còn dựa trên mật khẩu truy nhập của thiết bị cảm biến đã nêu.

30. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 18 đến 29, trong đó hệ thống này còn bao gồm hệ thống máy chủ, được kết nối với bộ điều khiển chiếu sáng thông qua truyền thông có dây và/hoặc không dây, để thực hiện việc truyền thông giữa bộ điều khiển chiếu sáng và hệ thống máy chủ này.

31. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 18 đến 30, trong đó ít nhất là một trong số bộ điều khiển chiếu sáng, các thiết bị chiếu sáng, và các thiết bị cảm biến còn được tạo cấu hình để hỗ trợ giao tiếp theo một hoặc một số trong số các tiêu chuẩn mở, bao gồm nhưng không giới hạn ở, DALI, UPC-UA, và DLMS/COSEM.

32. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 18 đến 31, trong đó dữ liệu về trạng thái hoạt động của thiết bị chiếu sáng chứa ít nhất là một hoặc một số trong số dữ liệu về điện áp, dòng điện, công suất tiêu thụ, tình trạng thiết bị, hoặc dữ liệu tương tự.

33. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 18 đến 32, trong đó dữ liệu chứa thông tin cảm biến chứa ít nhất là một hoặc một số trong số thông tin về

cường độ ánh sáng tự nhiên, chuyển động của người hoặc vật, nhiệt độ và/hoặc độ ẩm môi trường xung quanh, hoặc thông tin tương tự.

34. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 18 đến 33, trong đó dữ liệu chứa thông tin điều khiển thiết bị chiếu sáng chứa ít nhất là một hoặc một số trong số thông tin điều khiển tắt, bật, thay đổi cường độ chiếu sáng, thay đổi màu sắc, thay đổi nhiệt độ màu, hoặc thông tin tương tự.

35. Thiết bị chiếu sáng bao gồm:

môđun chiếu sáng để thực hiện chức năng chiếu sáng;

mạch điều khiển chiếu sáng để điều khiển môđun chiếu sáng, thu thập dữ liệu về trạng thái hoạt động của thiết bị chiếu sáng, và điều khiển các hoạt động của thiết bị chiếu sáng;

mạch truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng để nhận và gửi dữ liệu chiếu sáng thông qua truyền thông trên đường dây cấp nguồn;

khác biệt ở chỗ:

mạch điều khiển chiếu sáng điều khiển thực hiện gửi dữ liệu về trạng thái hoạt động của thiết bị chiếu sáng nêu trên tới bộ điều khiển chiếu sáng nhờ mạch truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng thông qua truyền thông trên đường dây cấp nguồn dựa trên phương thức truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng,

trong đó:

phương thức truyền dẫn dữ liệu chiếu sáng đã nêu sử dụng kỹ thuật điều chế OFDM có băng thông lớn hơn hoặc bằng 500 kHz, để điều chế và giải điều chế các dữ liệu chiếu sáng được truyền dẫn,

trong đó dữ liệu chiếu sáng được mã hoá bảo mật với cặp khoá chính và khoá phụ, cặp khoá chính và khoá phụ này được tạo ra thông qua các bước:

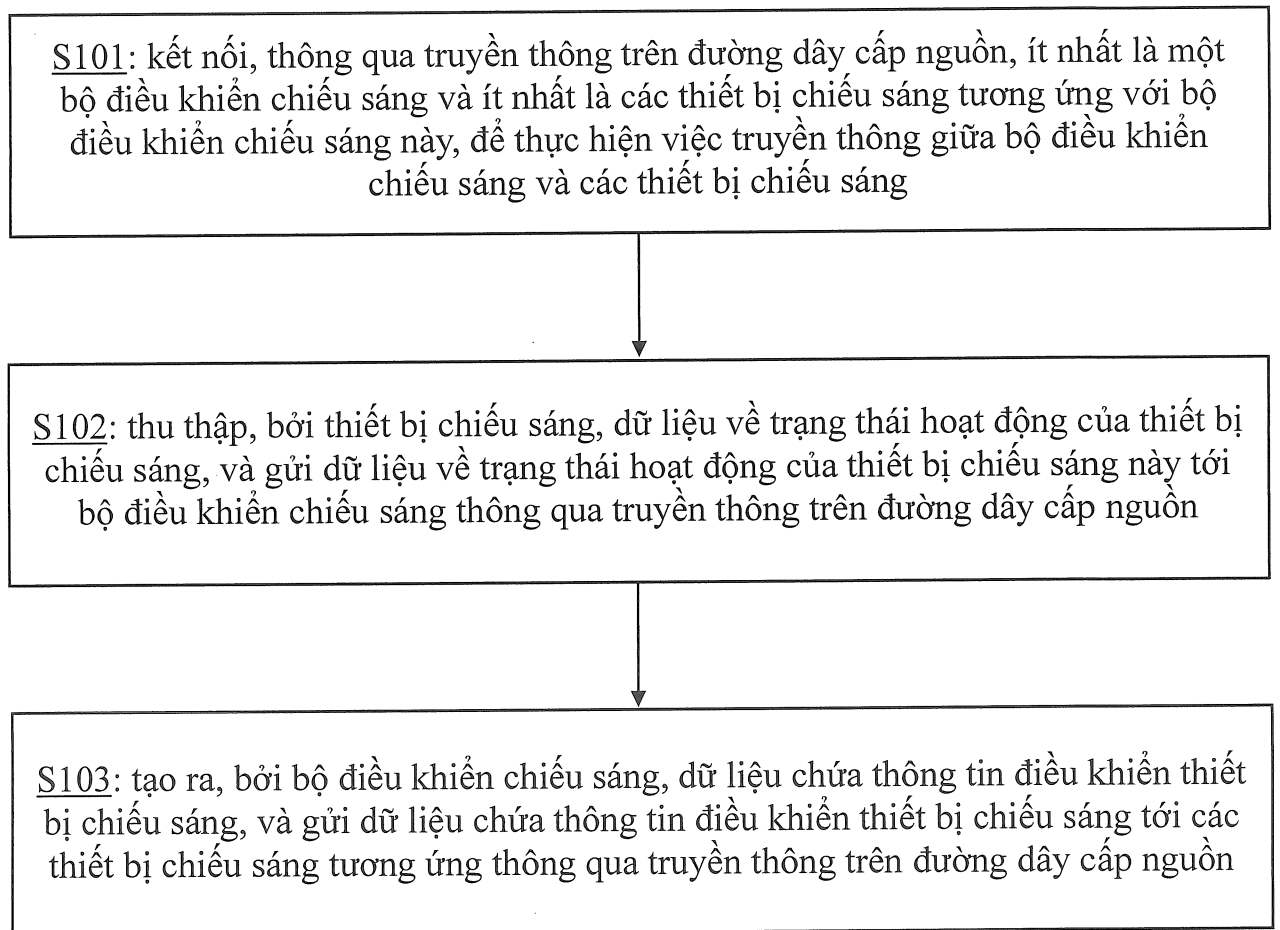
tạo ra, tại bộ điều khiển chiếu sáng, khóa chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng,

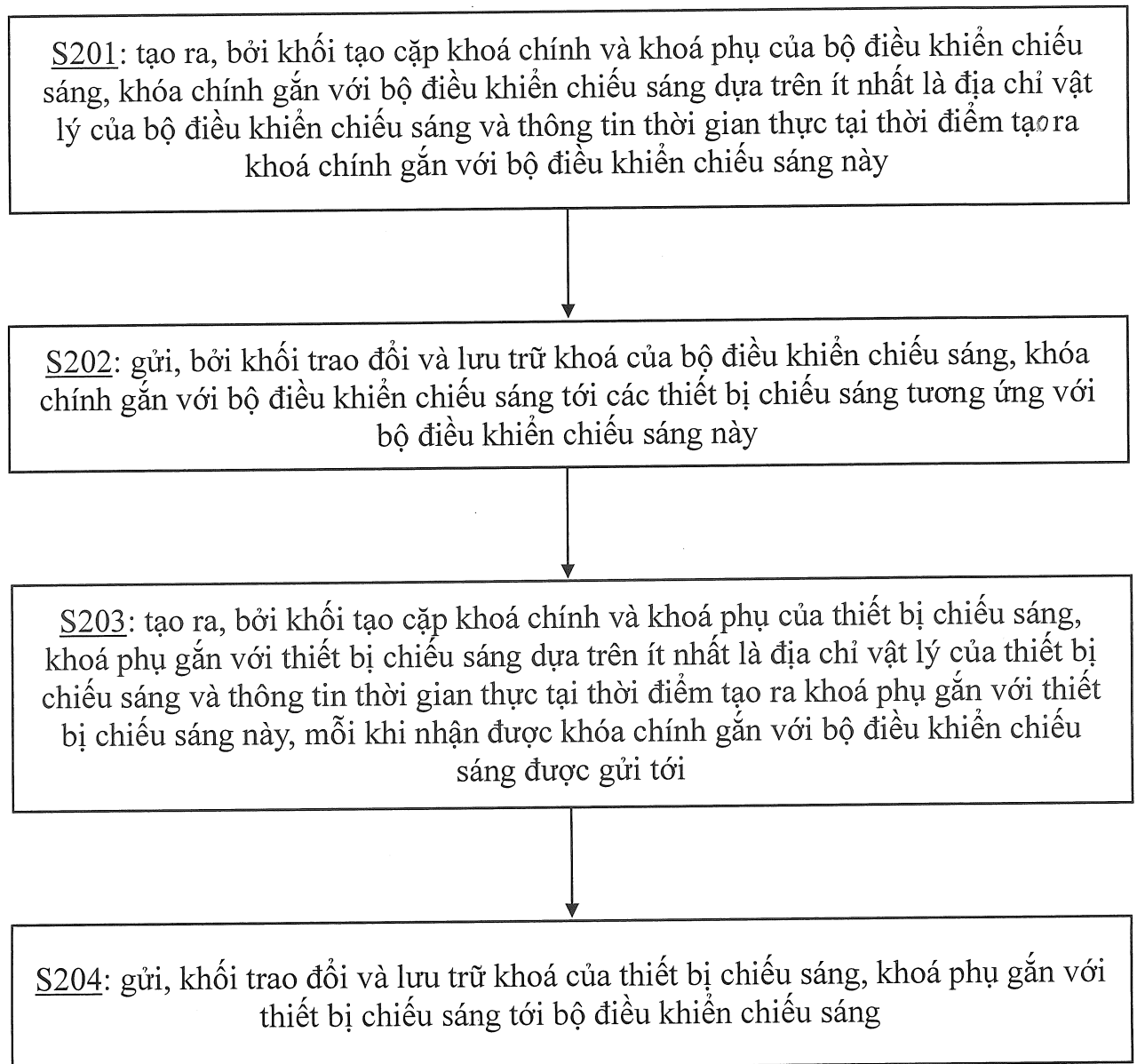
gửi, bởi bộ điều khiển chiếu sáng, khóa chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng tới thiết bị chiếu sáng,

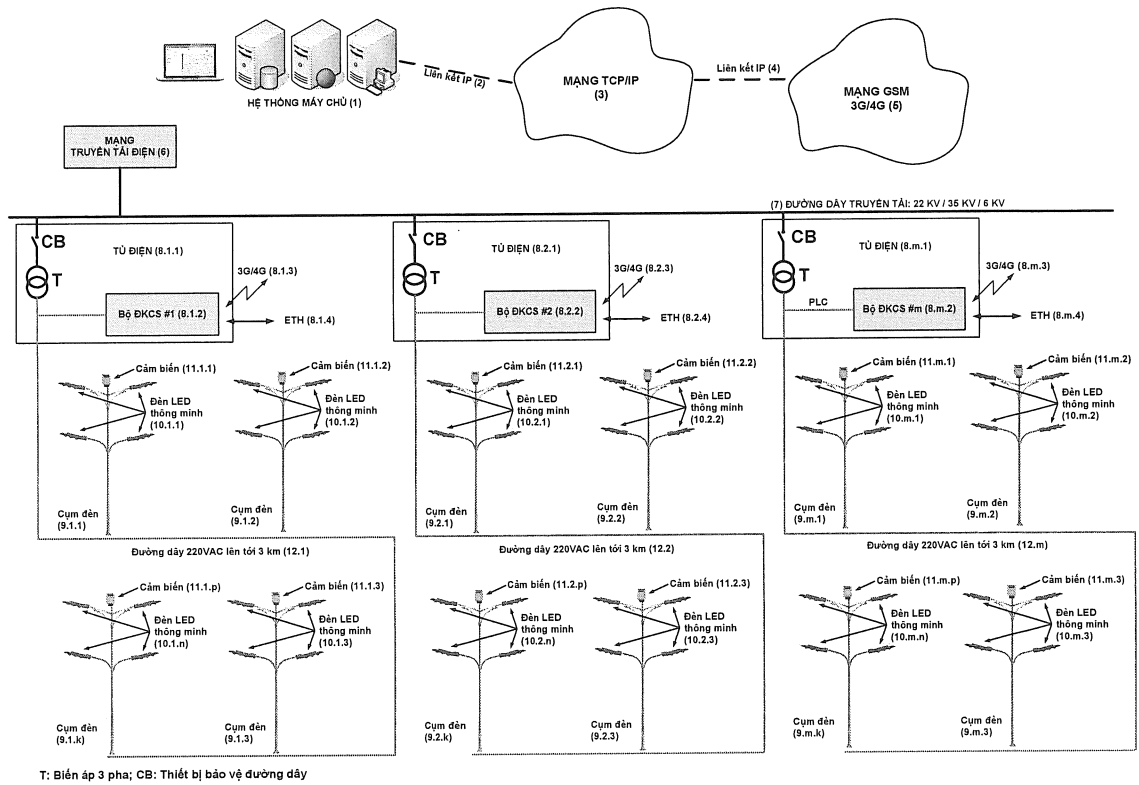
tạo ra, tại thiết bị chiếu sáng, khóa phụ gắn với thiết bị chiếu sáng dựa trên ít nhất là địa chỉ vật lý của thiết bị chiếu sáng và thông tin thời gian thực tại thời điểm tạo ra khóa phụ gắn với thiết bị chiếu sáng này, mỗi khi nhận được khóa chính gắn với bộ điều khiển chiếu sáng được gửi tới,

gửi, bởi thiết bị chiếu sáng, khoá phụ gắn với thiết bị chiếu sáng tới bộ điều khiển chiếu sáng.

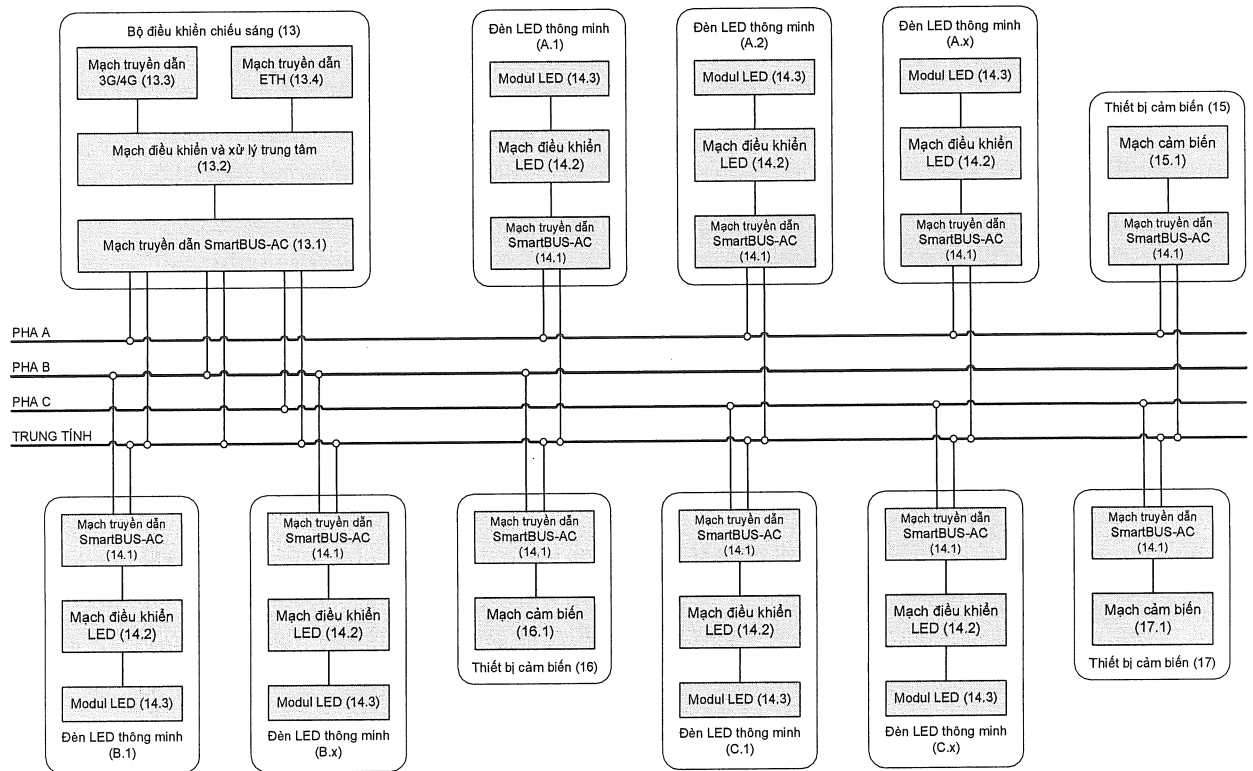
36. Thiết bị chiếu sáng theo điểm 35, trong đó việc tạo ra khoá phụ gắn với thiết bị chiếu sáng còn dựa trên mật khẩu truy nhập của thiết bị chiếu sáng.

**Hình 1A**

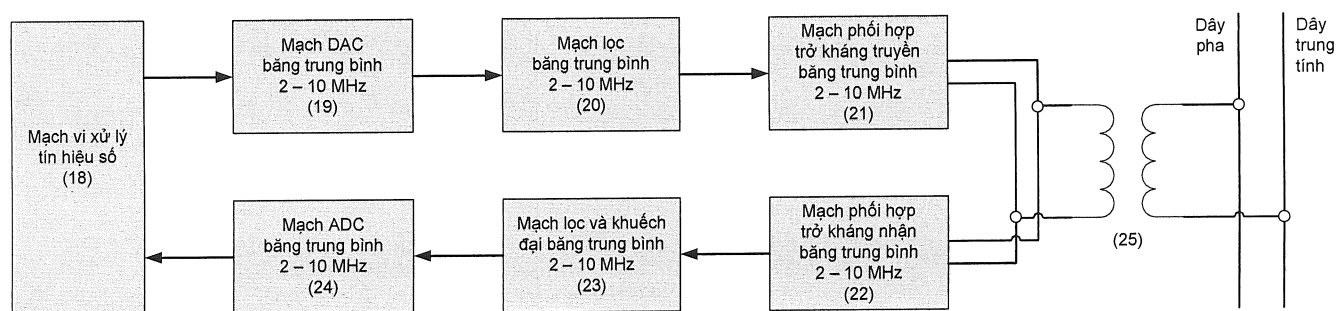
**Hình 1B**



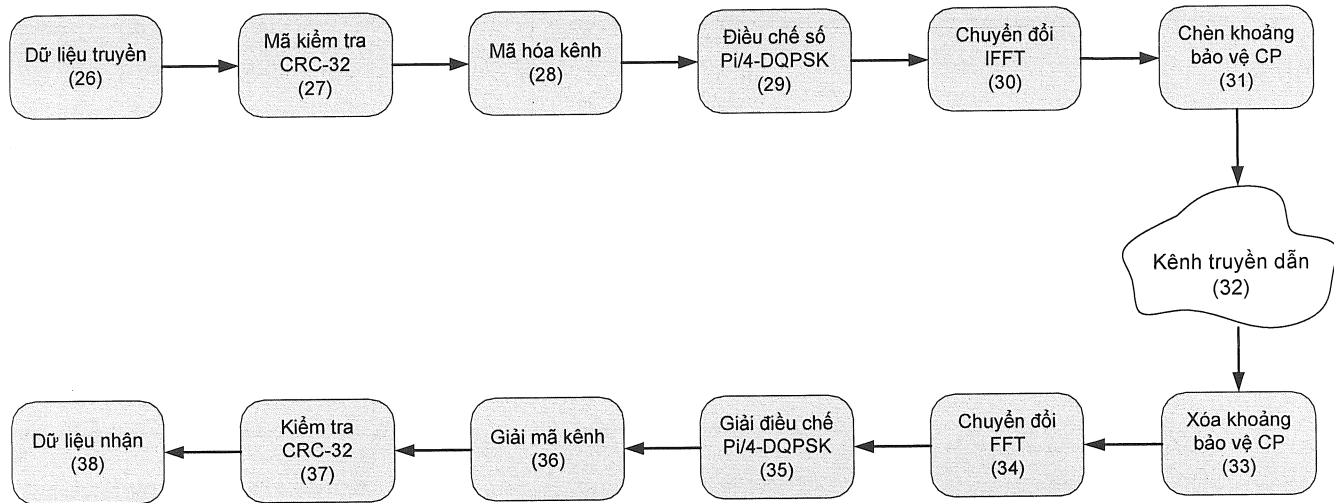
Hình 2



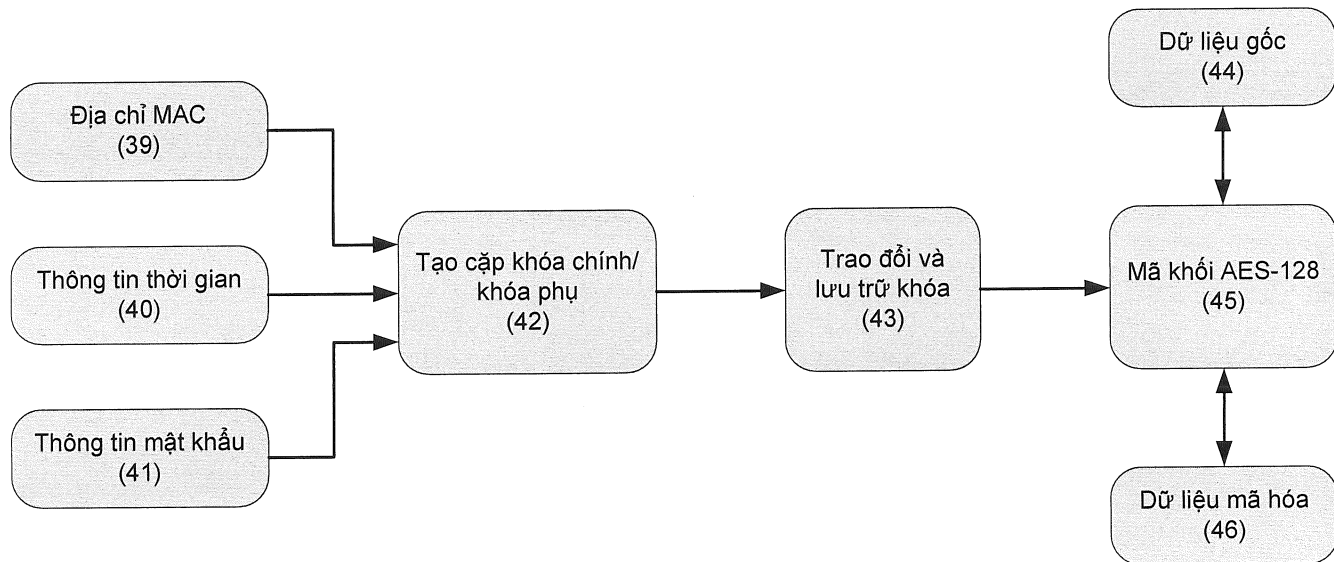
Hình 3



Hình 4



Hình 5



Hình 6