



(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)



1-0049545

(51)^{2020.01} H04L 12/28; G08C 17/02; H04B 1/50

(13) B

(21) 1-2021-05191

(22) 11/02/2020

(86) PCT/US2020/017712 11/02/2020

(87) WO2020/167800 20/08/2020

(30) 62/804,700 12/02/2019 US; 16/455,702 27/06/2019 US

(45) 25/08/2025 449

(43) 25/07/2022 412A

(73) QTS Holdings, LLC (US)

1407 Caitlyn Circle, Westlake Village, California 91361, US

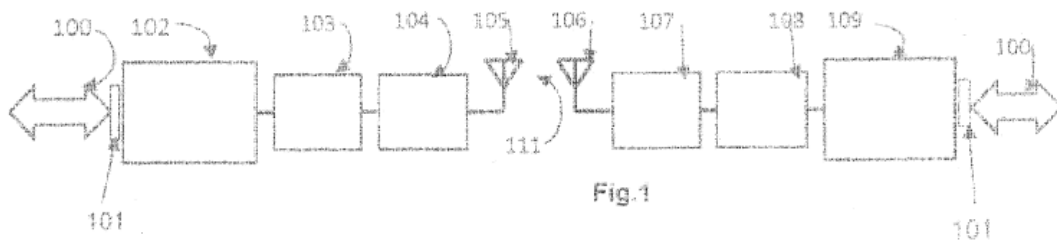
(72) LEIGHTON, John (US); BARANOWSKI, Robert (US).

(74) Công ty TNHH Sở hữu trí tuệ Thảo Thọ Quyền (INVENCO.,LTD)

(54) HỆ THỐNG TRUYỀN DỮ LIỆU TRONG MẠNG TRUYỀN THÔNG DỮ LIỆU

(21) 1-2021-05191

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống truyền dữ liệu qua mạng truyền thông hoạt động ở chế độ Ethernet hoặc truyền thông tuần tự, trong đó cáp Ethernet hoặc cáp tuần tự được thay thế bằng cặp radiô truyền qua liên kết radiô không dây. Hệ thống bao gồm bộ xử lý máy tính nhận dữ liệu và tập hợp dữ liệu đó thành gói dữ liệu OTA nhỏ hơn để phân phối qua liên kết và các giao thức hoạt động giúp tránh va chạm gói OTA được truyền chồng nhau bởi các bộ phận radiô ở các phía đối diện của liên kết không dây. Ở chế độ ưu tiên, hệ thống hoạt động trong băng tần ISM 902-928MHz và dữ liệu được truyền qua khoảng cách lớn hơn so với khi được truyền ở tần số 2,4GHz.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực truyền thông kỹ thuật số, và cụ thể hơn đến hệ thống và phương pháp để thực hiện truyền thông trong mạng truyền thông dữ liệu.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề loại bỏ cáp Ethernet giữa các thiết bị hoặc thiết bị và mạng Internet và thay thế kết nối có dây bằng kết nối không dây đã được giải quyết từ các năm trước. Giao thức được thiết lập để cho phép các thiết bị kết nối không dây đến một điểm truy cập duy nhất, và tốc độ băng thông không dây đã tăng lên đáng kể. Dựa trên các giao thức 802.11, Ethernet không dây, hoặc WiFi, đã trở thành phương tiện tiêu chuẩn kết nối các thiết bị điện tử khác nhau bao gồm, nhưng không giới hạn ở, thiết bị gia dụng, hệ thống chiếu sáng và thiết bị an ninh, để cung cấp kết nối từ mọi nơi.

Do đó, giao thức 802.11 bao gồm các giao thức cầu nối để kết nối hai mạng có dây với nhau. Điều này bao gồm hai điểm truy cập được kết nối trực tiếp với nhau, với một trong các điểm truy cập đóng vai trò như một cổng cho tất cả các thiết bị trên mạng cục bộ có dây hoặc không dây của nó (WLAN) và cung cấp kết nối với Internet thông qua các điểm truy cập khác có kết nối trực tiếp với thế giới bên ngoài. Tuy nhiên, hệ thống này có giới hạn về phạm vi.

Khi tốc độ dữ liệu theo chuẩn 802.11 tăng lên, băng thông quang phổ lớn hơn được sử dụng, sử dụng sơ đồ điều chế phức tạp hơn. Các đề án điều chế tiên tiến cung cấp mật độ dữ liệu cao hơn trong quang phổ. Tuy nhiên, khi sơ đồ ngày càng tiên tiến, cơ bản chúng vẫn đòi hỏi lượng băng thông cụ thể và năng lượng để truyền một bit dữ liệu, không phụ thuộc vào tốc độ dữ liệu.

Năng lượng này cho mỗi bit, hoặc E_b/N_0 , là giới hạn vật lý với vấn đề bao xa một tín hiệu không dây có thể đến. Năng lượng máy phát đưa càng nhiều vào việc truyền một bit duy nhất, khoảng cách truyền bit này càng lớn.

Thông thường, khi tốc độ dữ liệu tăng thì E_b/N_0 giảm vì có ít thời gian hơn để truyền một bit dữ liệu khi bit dữ liệu tiếp theo đến ngay sau nó. Các sơ đồ điều chế nâng cao có thể cung cấp các giá trị E_b/N_0 tốt hơn, nhưng hạn chế quan trọng là băng thông và công suất phát. Nếu tăng công suất phát, thì lượng năng lượng được sử dụng để truyền mỗi bit sẽ tăng lên. Nếu băng thông được tăng lên và việc truyền bit được trải rộng trên một phổ rộng hơn, thì lượng năng lượng được sử dụng để truyền mỗi bit sẽ tăng lên. Tuy nhiên, FCC và các cơ quan khác trên toàn thế giới quy định những gì có thể được truyền và đưa ra các giới hạn đối với cả băng thông lẫn công suất truyền.

Do đó, nếu thiết bị cần truyền dữ liệu trên khoảng cách xa hơn (tức là có phạm vi tăng lên) vì công suất đầu ra và băng thông của nó bị giới hạn bởi các cơ quan quản lý, thì cách duy nhất để tăng phạm vi là giảm tốc độ dữ liệu, tăng E_b/N_0 nếu công suất phát và băng thông được giữ không đổi. Một nguyên tắc khác, nhưng là phần mở rộng của khái niệm này, là giảm tốc độ dữ liệu và băng thông. Ở bên nhận, nếu bên nhận được thiết kế để nhận tín hiệu rất hẹp, nó có thể sử dụng bộ lọc rất hẹp đã từ chối tất cả nhiễu khác bao gồm nhiễu nhiệt. Độ nhạy của máy thu dựa trên mức độ cao của tín hiệu đó trên tầng nhiễu, hoặc tỷ lệ C/N. Tỷ lệ C/N cần thiết là hàm của điều chế, nhưng mức nhiễu, hoặc N trong tỷ lệ C/N, là hàm của băng thông mà máy thu đang nhìn thấy. Băng thông càng rộng, tầng nhiễu nhiệt càng cao, được xác định bởi phương trình $10 \times \log_{10}(k \times T \times B)$ trong đó:

k là hằng số Boltzmann; T là nhiệt độ; B = băng thông của bộ lọc bên nhận.

Do đó, băng thông càng cao, máy thu càng ít nhạy và phạm vi liên kết càng ngắn, với mức công suất phát và sơ đồ điều chế không đổi.

Sơ đồ điều chế phức tạp hơn có thể được sử dụng đã cung cấp độ lợi xử lý để trích xuất tín hiệu từ và dưới tầng nhiễu, nhưng các sơ đồ tổng hợp

thường làm giảm hiệu quả dữ liệu tốc độ và làm phức tạp triển khai trên cả bên truyền lẫn bên nhận, thêm kích thước, trọng lượng, công suất và chi phí để thực hiện.

Từ những hạn chế quy định và chức năng khác nhau, nếu phạm vi mà liên kết có thể đạt được được tăng lên đáng kể, tùy chọn thực tế duy nhất là làm giảm tốc độ dữ liệu. Điều này trái ngược với sự phát triển hiện tại của các giao thức WiFi, nơi ưu tiên băng thông cao hơn ở cùng một phạm vi hoặc có thể ít hơn.

Trong khi có sự ủng hộ trong các giao thức WiFi cho việc giảm tốc độ dữ liệu cho liên kết tầm xa hơn, thậm chí tốc độ dữ liệu thấp nhất sử dụng việc trải thành băng thông rộng hơn ít nhất là 5MHz mà không phải là quang phổ hiệu quả như phương pháp điều chế khác. Với tốc độ dữ liệu thấp nhất 1Mbps, tốc độ cao hơn so với một số thiết bị yên tĩnh kết nối nhỏ thực sự cần. Bên cạnh đó, giao thức 802.11 thêm chi phí giao thức quan trọng mà ảnh hưởng đến thông lượng tốc độ dữ liệu thực tế. Trong khi điều này không quan trọng khi tốc độ dữ liệu tăng lên, nó trở thành đáng chú ý hơn, gây phương hại đến việc truyền dữ liệu, tốc độ dữ liệu như trong không khí (không dây) giảm.

Mặc dù việc sử dụng rộng rãi WiFi và dung lượng lớn được thấy trong các thành phần WiFi thông thường, các liên kết WiFi thường có chi phí cao hơn do: 1) độ phức tạp của sơ đồ điều chế yêu cầu thêm silicon (trong chip) để triển khai, 2) bộ nhớ bổ sung và năng lượng cần thiết để CPU chạy các giao thức mạng WiFi và TCP/IP, và 3) và đầu RF đắt hơn và sơ đồ ăng ten được yêu cầu để cố gắng tăng phạm vi bất chấp công suất truyền và băng thông hạn chế.

Do đó, cần phải cung cấp liên kết không dây thay thế có phạm vi cao hơn những gì khả dụng với việc triển khai hiện tại của giao thức 802.11 để sử dụng trong việc kết nối các thiết bị Ethernet tốc độ thấp hơn. Cụ thể, có nhu cầu cho cầu nối Ethernet không dây hoặc thay thế cáp liên kết cung cấp khả năng hoạt động ở phạm vi rất dài, chẳng hạn như nhiều dặm so với một vài trăm feet.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất hệ thống để giải quyết các vấn đề được mô tả ở trên cũng như các vấn đề khác phát sinh khi cố gắng cung cấp giao tiếp không dây tầm xa giữa các thiết bị truyền và nhận. Cụ thể, sáng chế đề xuất liên kết không dây tầm xa cho thiết bị Ethernet băng thông thấp mà không cần thêm chi phí dữ liệu tiêu thụ băng thông không dây có sẵn.

Các đối tượng khác, ưu điểm và các tính năng mới của hệ thống theo sáng chế được nêu trong phần mô tả chi tiết sau đây và có thể hiểu được qua phần mô tả chi tiết sáng chế và/hoặc thực hiện phần mô tả này.

Để đạt được đối tượng đã nêu và các đối tượng khác, phương án được ưu tiên là bộ phát và bộ thu băng tần hẹp được ghép nối (cặp bộ thu phát) thu được phạm vi dài của nó bằng cách sử dụng tốc độ dữ liệu thấp và băng thông hẹp. Cặp thu phát này kết nối trực tiếp đến Ethernet và đóng vai trò như một sự thay thế cáp, không dây và kết nối trực tiếp hai cổng Ethernet. Hệ thống được mô tả cũng có khả năng nhận và phản hồi các thiết bị được gọi là trợ lý cá nhân như Google Home hoặc Assistant và Siri hoặc HomePod của Apple, Amazons Echo hoặc Alexa và các thiết bị điều khiển và giao tiếp được kích hoạt bằng giọng nói khác.

Theo phương án được ưu tiên để có được phạm vi lớn hơn, cặp thu phát để triển khai ở Hoa Kỳ và Bắc Mỹ sẽ hoạt động trong băng tần 902-928 MHz ISM. Phương án được ưu tiên cũng bao gồm các thuật toán và giao thức để ngăn chặn sự va chạm của dữ liệu được truyền giữa các thành phần truyền và nhận của cặp thu phát. Hệ thống cũng có thể nhận biết được là nó được nối dây như thế nào và sẽ chạy phần mềm thích hợp để sử dụng để hỗ trợ dữ liệu tuân tự Ethernet hoặc RS485.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các hình vẽ kèm theo thể hiện việc kết hợp các tính năng của sáng chế và là một phần của bản mô tả. Cùng với phần mô tả sau đây, các hình vẽ thể hiện và giải thích các nguyên tắc của việc kết hợp các tính năng của sáng chế.

Fig.1 là sơ đồ khối thể hiện phương án được ưu tiên thay thế cáp Ethernet bằng hệ thống không dây kết hợp các tính năng của sóng chế;

Fig.2 là sơ đồ thể hiện cấu trúc khung chủ cho chuỗi đoạn liên kết (hop) của phần truyền tín hiệu không dây trên Fig.1 cho thấy gói dữ liệu để phân phối;

Fig.3 là sơ đồ thể hiện một ví dụ về các thành phần trong mỗi đoạn liên kết (hop) của chuỗi đoạn liên kết (hop) trên Fig.2;

Fig.4 thể hiện gói dữ liệu Ethernet điển hình kết hợp tính năng của sóng chế chia thành gói qua đường không (không dây - OTA) mà sau đó tập hợp lại thành gói dữ liệu Ethernet ở đầu nhận;

Fig.5 là sơ đồ thể hiện ví dụ kết hợp các tính năng của sóng chế với việc cả hai bên truyền dữ liệu mà không xảy ra xung đột;

Fig.6 là sơ đồ thể hiện ví dụ thứ nhất về việc tránh va chạm kết hợp các tính năng của sóng chế với việc truyền dữ liệu ở cả hai phía;

Fig.7 là sơ đồ thể hiện ví dụ thứ hai về việc tránh va chạm kết hợp các tính năng của sóng chế với việc truyền dữ liệu ở cả hai phía;

Fig.8 là sơ đồ thể hiện các bước khác nhau là một phần của thuật toán tránh va chạm;

Fig.9 là lưu đồ thể hiện cách hệ thống sẽ xác định xem nó được kết nối để xử lý hoặc với Ethernet hoặc dữ liệu tuần tự RS485 và sau đó lựa chọn thích hợp phần mềm hỗ trợ.

Mô tả chi tiết sóng chế

Hệ thống được mô tả ở đây loại bỏ cáp Ethernet hoặc cáp tuần tự giữa các thiết bị hoặc thiết bị và mạng Internet và thay thế cáp kết nối có dây bởi kết nối không dây trong khi đồng thời cung cấp khả năng tương thích cho các thiết bị để giao tiếp trên khoảng cách lớn hơn (tức là giao tiếp tầm xa) mà không ảnh hưởng đến chất lượng của dữ liệu được truyền.

Phần mô tả dưới đây chủ yếu đề cập đến việc thay thế cáp Ethernet nhưng, như sẽ được mô tả dưới đây, có thể áp dụng, dựa trên các hướng dẫn,

cho việc thay thế cáp tuần tự hoặc các kết nối có dây cứng khác. Các phương án được ưu tiên bao gồm một bộ phát và bộ thu băng tần hẹp được ghép nối (cặp bộ thu phát) đạt được phạm vi dài của nó bằng cách sử dụng tốc độ dữ liệu thấp và băng thông hẹp. Cặp thu phát kết nối trực tiếp đến Ethernet và đóng vai trò như cáp thay thế không dây và kết nối trực tiếp hai cổng Ethernet mà có thể được kết nối hơi khó khăn – như cáp truyền hình có dây Ethernet. Thêm vào đó, để có được phạm vi lớn hơn, cặp thu phát hoạt động trong phạm vi UHF 9 (300-3,000 MHz). Tốt hơn là, được triển khai ở Hoa Kỳ và Bắc Mỹ, hệ thống hoạt động trong băng tần 902-928MHz ISM, phạm vi mà các cơ quan quản lý bao gồm FCC cho phép, cung cấp công suất truyền năng lượng cao hơn so với 2.4GHz và băng tần 5GHz sử dụng trong hệ thống WiFi hiện tại. Để giảm chi phí thực hiện, cặp thu phát là liên kết điểm đến điểm dành riêng mà có thể sắp xếp lại gói Ethernet từ một phía của liên kết đến phía kia, loại bỏ sự cần thiết phải chạy chồng giao thức TCP/IP và khả năng để tự động thêm và kết nối loại bỏ. Hệ thống này được thiết kế để đòi hỏi rất ít chi phí, có nghĩa là một lượng rất nhỏ thông tin tiêu đề được yêu cầu để gửi dữ liệu qua không khí (không dây).

Sự kết hợp của các phần tử này tạo ra liên kết có phạm vi xa hơn (1-20 dặm) so với liên kết WiFi với chi phí triển khai rẻ hơn ở tốc độ dữ liệu phù hợp hơn với các thiết bị Internet nhỏ. Nói chung, bộ định tuyến WiFi kết nối mạng gia đình hoạt động ở băng tần 2,4 GHz có thể tiếp cận tới 150 feet (46 m) trong nhà và 300 feet (92 m) ngoài trời. Các bộ định tuyến 802.11a hoạt động trên băng tần 5 GHz đạt khoảng 50-100 feet. Bởi vì hệ thống theo sáng chế phục vụ như phần tử thay thế cáp Ethernet, các thiết bị sử dụng liên kết vẫn có lợi thế kết nối Ethernet mặc dù hoạt động tại thông lượng tốc độ thấp hơn.

Điều chế WiFi là điều chế băng rộng bao gồm việc trải rộng trên một kênh rộng để tạo ra băng thông bị chiếm dụng lớn hơn, có khả năng chịu được các tín hiệu gây nhiễu tốt hơn. Về mặt giải điều chế, nó sử dụng độ lợi xử lý để lấy lại độ nhạy của máy thu bị mất do sử dụng kênh rộng. Mặc dù có thể sử dụng được khi có nhiễu, băng tần 2.4GHz đang trở nên rất đông do lượng WiFi

hiện đang được triển khai. Băng tần 5GHz tốt hơn một chút, nhưng cũng trở nên đông đúc hơn khi thời gian trôi qua.

Các phương án được ưu tiên sử dụng băng ISM 902-928MHz. Tuy nhiên, cần phải hiểu rằng, dựa trên các nguyên lý của sáng chế, dải tần số khác (chẳng hạn như 863-870 SRD) có thể được sử dụng và có chức năng tương đương với các chức năng được mô tả ở đây. Trong băng tần 902-928MHz ISM, để truyền công suất tối đa, sơ đồ điều chế cần phải trải nghiệm kỹ thuật số hoặc đoạn liên kết (hop) tần số. Vì mục đích là triển khai băng tần hẹp, nên nhảy tần là phương án được ưu tiên. Vì vậy, nhảy tần cung cấp khả năng tránh nhiễu. Bởi vì nếu một đoạn liên kết (hop) tiếp đất trên cùng một tần số với tần số để làm nhiễu nó, đoạn liên kết (hop) tiếp theo thường sẽ ở một nơi nào đó khác với nhiễu đó.

Các liên kết được thiết kế để thay thế dây cáp đi đúng, vì vậy radiô trong giao tiếp sẽ luôn luôn kết nối theo cặp và sẽ bỏ qua được truyền đi từ radiô khác. Theo phương án được ưu tiên, cặp được quy định tại thời điểm sản xuất bằng cách gán một số ID duy nhất cho cặp. Phương án khác cho phép hai radiô được ghép nối tự động bằng cách khởi tạo chuỗi ghép nối bằng cách ép một nút hoặc thủ tục tương tự khác. ID duy nhất được truyền đi với mỗi gói và được sử dụng bởi radiô tiếp nhận để quyết định xem gói nên được xử lý hay không.

Cùng với các sơ đồ radiô được ghép nối và việc lựa chọn nhảy tần cho băng tần 902-928MHz, phương án được ưu tiên sử dụng sắp xếp chủ-tớ, trong đó chủ duy trì chuỗi nhảy và tớ đồng bộ hóa thời gian cơ sở của mình theo thời gian của chủ. Khi bật nguồn, thiết bị chính (hoặc gửi radiô 104) bắt đầu ở đầu chuỗi nhảy (hop) của nó. Khi bộ phận phụ (bộ thu nhận 105) bật nguồn, nó truyền yêu cầu đến bộ phận chính và sử dụng phản hồi để điều chỉnh chuỗi đoạn liên kết (hop) của nó cho phù hợp với bộ phận chính. Chuỗi đoạn liên kết (hop) ưu tiên bao gồm 50 kênh riêng biệt, lớn hơn FCC yêu cầu để truyền ở mức công suất cao nhất. Một kênh trong băng tần là một phần tần số rất hẹp trong ngày tại băng tần. Theo phương án được ưu tiên, các kênh chỉ rộng dưới 500kHz và cách nhau 500kHz. Các đơn vị hop ở tại mỗi kênh cho khoảng

400ms và đầy đủ toàn bộ 50 kênh chuỗi hop trong khoảng 20 giây. Gói mà chủ gửi bao gồm thời gian truyền của gói, được biểu thị so với thời điểm bắt đầu đoạn liên kết (hop). Điều này cho phép máy tớ biết thời gian cơ sở của chủ và điều chỉnh thời gian cơ sở của riêng mình phù hợp với thời gian cơ sở của chủ. Ngay sau mỗi đoạn liên kết (hop), chủ gửi gói định thời bổ sung có thể được sử dụng bởi tớ để điều chỉnh thêm thời gian cơ sở của nó, ngay cả khi dữ liệu tải thông thường không được gửi.

Để đảm bảo nhận được từng gói được truyền, tất cả gói tải trong hệ thống đều được bên nhận xác nhận. Xác nhận này (sau “ACK”) bao gồm gói rất ngắn bao gồm ID duy nhất của cặp radiô. Nếu ACK từ đầu máy thu không được máy phát nhận, gói trước đó sẽ được truyền lại. Để giảm thời gian truyền lại trong trường hợp chỉ là một bit lỗi không thường xuyên, gói Ethernet lớn được chia nhỏ thành gói truyền qua không dây (OTA) nhỏ hơn, mất ít thời gian hơn để truyền lại trong trường hợp có lỗi. Tuy nhiên, việc gửi một số gói OTA nhỏ hơn sẽ làm tăng thêm chi phí vì mỗi gói cần có tiêu đề gói riêng, nghĩa là tiêu đề gói được truyền lại cho mỗi gói OTA. Sự cân bằng giữa chi phí của gói nhỏ hơn và thời gian truyền lại lâu hơn đối với gói có lỗi được điều chỉnh bằng cách điều chỉnh kích thước gói OTA để có được kích thước gói tối ưu.

Phương án được ưu tiên cũng chứa cơ chế để tránh va chạm khi cả hai bên đều có dữ liệu để truyền qua liên kết Ethernet. Dữ liệu Ethernet về bản chất là không đồng bộ, có nghĩa là gói có thể đến bất kỳ thời điểm nào mà không cần đồng bộ với phía bên kia. Nhưng trong kịch bản không dây, nếu cả chủ và tớ đều nhận được gói Ethernet để truyền qua mạng cùng một lúc và nếu cả hai thực sự truyền gói của mình cùng một lúc, thì không bên nào có thể nhận được gói của chúng thông qua. Điều này là do việc triển khai radiô là bán song công, có nghĩa là radiô có thể truyền hoặc nhận, nhưng nó không thể thực hiện cả hai cùng một lúc. Do đó, nếu cả hai bộ đang truyền, sẽ không có dữ liệu nào có thể vượt qua khoảng cách không dây; điều kiện này được gọi là va chạm. Cài đặt radiô được thay đổi để cung cấp cho hoạt động song công đầy đủ, nhưng tiện ích này và chi phí cần thêm chỗ cho việc thực hiện.

Xung đột OTA được ngăn chặn, theo một phương án được ưu tiên, bằng cách có thời gian bắt đầu gói dành riêng trong chuỗi đoạn liên kết (hop) khác nhau cho cả hai phía (ví dụ như được thể hiện bên dưới là khác nhau đối với chủ và tớ). Việc triển khai sao cho khi thời gian bắt đầu gói của một bên đến, bên kia được biết là đang ở chế độ nhận và sẽ không cố truyền gói của chính mình. Có các thời gian bắt đầu gói dành riêng trong chuỗi đoạn liên kết (hop), do đó, radiô thứ hai không cần đợi quá lâu để bắt đầu gửi gói mà nó đã sẵn sàng được gửi.

Sơ đồ này đã được chứng minh là hoạt động trong điều kiện bình thường (ví dụ: gói được gửi sẽ được nhận). Tuy nhiên, nếu gói thứ nhất được gửi vào dự kiến thời gian bắt đầu gói không thể đi qua khe không khí, ví dụ vì điều kiện RF hoặc can thiệp khác, phía bên kia có thể không biết rằng phía trước đã được gửi, và nó có thể bắt đầu gửi gói của chính nó. Do đó, để tiếp tục làm giảm nguy cơ va chạm, gói thứ nhất được gửi vào thời điểm bắt đầu gói là gói nhỏ có kích thước được hoàn thành bởi thời gian bắt đầu gói ở phía bên kia của bên đến. Với sơ đồ này, một bên sẽ gửi gói ngắn thứ nhất sau đó chuyển sang chế độ nhận và lắng nghe hoặc là một ACK từ phía bên kia hoặc gói thứ nhất phía bên kia gửi lúc bắt đầu gói của nó. Nếu nhận được ACK, thì cả hai bên đều biết rằng bên thứ nhất đang ở chế độ gửi và quá trình giao tiếp được tiến hành. Nếu một ACK không được nhận và thay vào đó gói thứ nhất được nhận từ phía bên kia, thì phía thứ nhất biết rằng gói của nó đã không vượt qua được và xếp hàng đợi gói của mình và tiến hành nhận gói từ phía bên kia.

Thời gian bắt đầu gói chuyên dụng cũng có lợi cho các sơ đồ tiết kiệm điện. Phương án được ưu tiên là được cấp nguồn bằng đường dây và không được cấp nguồn bằng pin và do đó tiết kiệm điện không được ưu tiên. Tuy nhiên, đối với khi được cấp nguồn bằng pin, bộ thu ở mỗi bên có thể được bật nguồn trong thời gian bắt đầu gói của bên kia và có thể nhanh chóng tắt nguồn nếu không nhận được gói. Điều này sẽ cho phép bộ thu chuyển sang chế độ ngủ năng lượng thấp cho đến thời điểm bắt đầu gói tiếp theo, cho phép tiết kiệm điện khi biết rằng sẽ không có dữ liệu để nhận.

Với phương án của sáng chế bằng cách sử dụng tốc độ dữ liệu qua không khí thấp hơn cho dữ liệu được truyền sử dụng cáp Ethernet sẽ có việc mất gói, nếu dữ liệu trên Ethernet đang chạy hết công suất tốc độ đầy đủ, đơn giản chỉ vì sự khác biệt về tốc độ dữ liệu. Để giảm tác động của gói dữ liệu bị mất, hệ thống kiểm tra của dữ liệu gói để xác định xem mỗi gói là dữ liệu sơ cấp được truyền hoặc chỉ là dữ liệu nền Ethernet. Nếu gói là gói nền Ethernet, và nếu dung lượng gói Ethernet cao, hệ thống sẽ bỏ gói nền để tiết kiệm băng thông có sẵn cho gói dữ liệu truyền thông chính. Nếu cần thiết, hệ thống có thể sử dụng sơ đồ lọc Ethernet phức tạp hơn để lưu băng thông không khí giới hạn cho gói Ethernet ưu tiên cao hơn.

Dựa trên phần mô tả này, sẽ hiển nhiên là các biến thể trong việc thực hiện các sơ đồ có thể tốt hơn cho các giao thức cụ thể, băng tần và băng thông cụ thể, nhưng vẫn được bao gồm trong các nguyên tắc chung được mô tả của sáng chế.

Dựa trên các hình vẽ, phần giải thích cho các phương án được ưu tiên của sáng chế được mô tả dưới đây.

Fig.1 là sơ đồ khối thể hiện phương án được ưu tiên kết hợp các đặc điểm của sáng chế cho thấy không gian 111 thay thế cáp Ethernet, không gian 111 đại diện cho liên kết thông tin không dây, giữa radiô thứ nhất 104 và radiô thứ hai 107, còn được gọi là bộ thu phát radiô, kết hợp bao gồm cặp radiô. Trong khi các cặp radiô là sự kết hợp của radiô phát chủ và radiô phát tớ, kiến trúc và cấu trúc của mỗi trong số bộ phận chủ và tớ giống nhau và mỗi radiô phát thứ nhất và thứ hai 104, 107 có chức năng như cả bộ phận chủ lẫn bộ phận tớ. Xác định radiô phát thứ nhất và thứ hai 104, 107 là radiô chủ và tớ có thể được xác định bằng phần sụn được nạp vào mỗi bên, bằng chuyển mạch hoặc cài đặt kết cấu nhảy trong mỗi đơn vị, hoặc bằng xác định động được thực hiện giữa các đơn vị trước khi đồng bộ hóa.

Fig.1 thể hiện Ethernet 100 được kết nối với thiết bị thứ nhất thông qua đầu nối Ethernet 101 và được giao tiếp với bộ điều khiển Ethernet thứ nhất độc lập 102. Bộ điều khiển Ethernet thứ nhất 102 được gọi là độc lập nếu nó có thể

thực hiện một số thao tác Ethernet cơ bản. Giao tiếp PHY mà không có sự hỗ trợ từ bộ xử lý, chẳng hạn như tạo khung, phát hiện lỗi, lọc địa chỉ MAC và các chức năng Ethernet cấp thấp tương tự. Bộ điều khiển Ethernet độc lập 102 được sử dụng trong phương án được ưu tiên, nhưng không phải là yêu cầu cần thiết của hệ thống điện tử.

CPU thứ nhất 103 (hoặc vi điều khiển thứ nhất) giao diện đến bộ điều khiển Ethernet thứ nhất 102 và chuyển gói dữ liệu Ethernet giữa bản thân nó và bộ điều khiển Ethernet thứ nhất 102. CPU thứ nhất 103 có thể xác định xem gói Ethernet nên được chuyển không dây đến bộ phận kia (thứ hai). Tùy chọn, CPU thứ nhất 103 có thể triển khai các phần của ngăn xếp mạng TCP/IP để giúp xác định gói nào sẽ được gửi đến Ethernet và qua mạng. CPU thứ nhất 103 cũng kiểm soát các khía cạnh khác nhau của kết nối radiô, có khả năng bao gồm các lần thử lại chuỗi hop, đồng bộ hóa, và gói. CPU thứ nhất 103 giao diện đến bộ thu phát radiô thứ nhất 104 quản lý việc điều chế và giải điều chế dữ liệu, lọc kênh, tạo tần số sóng mang, và các chức năng RF khác. Các phương án khác có thể có các phân bổ chức năng khác nhau giữa radiô và CPU. Bộ thu phát radiô 104 giao diện với đầu ăng ten 105, ghép nối tín hiệu radiô đến không gian 111.

Theo đó, đơn vị thứ nhất bao gồm bộ nối Ethernet 101, là bộ điều khiển Ethernet thứ nhất 102, CPU thứ nhất 103 (hoặc vi điều khiển thứ nhất), bộ thu phát radiô thứ nhất 104 và ăng ten thứ nhất 105.

Bộ phận thứ hai trong cặp bộ thu phát radiô có cài đặt giống nhau bao gồm ăng ten thứ hai 106 ghép nối tín hiệu nhận được từ ăng ten thứ nhất 105 đến bộ thu phát radiô thứ hai 107. Bộ thu phát radiô thứ hai 107 được điều khiển bởi CPU thứ hai 108 giao diện đến bộ điều khiển Ethernet thứ hai 109 được kết nối với mạng Ethernet 110 để đơn vị thứ hai bao gồm ăng ten thứ hai 106, bộ thu phát radiô thứ hai 107, CPU thứ hai 108, bộ điều khiển Ethernet thứ hai 109 và thông qua đầu nối Ethernet thứ hai 101 đến Ethernet thứ hai 100.

Fig.2 là sơ đồ thể hiện ví dụ về chuỗi đoạn liên kết (hop) với 6 hộp được vẽ để đại diện cho 50 đoạn liên kết (hop). Trình tự nhảy bao gồm 50 kênh với mỗi đoạn liên kết (hop), bao gồm các dải bảo vệ 207 ở phía trước và phía sau của chúng, có kích thước khoảng 400ms với toàn bộ trình tự được lặp lại sau mỗi 20 giây. Chuỗi bắt đầu với bộ thu phát radiô thứ nhất và thứ hai 104, 107 nằm trên kênh thứ nhất của chuỗi, được gọi là Hop 0 201. Khi cả hai bộ thu phát radiô 104, 107 được mô tả là đang ở trên kênh thứ nhất, điều này không có nghĩa là bộ thu phát radiô 104, 107 đang truyền hoặc nhận trên kênh này, mà nó chỉ ra rằng nếu thiết bị thứ nhất cần truyền hoặc nhận, nó sẽ làm như vậy trên kênh này. Thông thường, khi thiết bị không truyền trên một kênh, nó đang ở chế độ nhận và nghe, thuật toán tiết kiệm năng lượng đặt bộ thu phát radiô ở chế độ tiết kiệm năng lượng.

Sau dải bảo vệ phía sau 207 trên Hop 0, chuỗi di chuyển đến Hop 1 202, và tuần tự qua Hop 2 203, Hop 3 204, Hops 4-48 205, và cuối cùng qua Hop cuối cùng (hop 49) 206 theo trình tự. Fig.3 thể hiện điều xảy ra trong một đoạn liên kết (hop) và cho thấy một ví dụ về cách gói được chèn vào chuỗi đoạn liên kết (hop).

Fig.3 thể hiện các thành phần của mỗi hop trong chuỗi hop bắt đầu với một dải bảo vệ 211. Theo phương án được ưu tiên, dải bảo vệ mở là 1ms, nhưng có thể dài hơn hoặc ngắn hơn tùy thuộc vào việc triển khai. Dải bảo vệ 211 là cần thiết vì có một số thời gian hữu hạn để bộ thu phát radiô thay đổi kênh. Dải bảo vệ 211 cũng cho phép điều chỉnh sai lệch trong đồng bộ hóa giữa các bộ thu phát radiô. Nếu bộ thu phát radiô không đồng bộ với chủ và chủ đang truyền trong khi nó vẫn đang thay đổi kênh, chẳng hạn, nó sẽ không thể nhận được gói dữ liệu. Một dải bảo vệ thoải mái 211 cho phép dung sai lỏng hơn về độ chính xác đồng bộ, giúp giảm bớt việc triển khai chủ.

Ở cuối dải bảo vệ mở 211, thiết bị chủ truyền gói định thời nhỏ 212. Gói 212 cung cấp dữ liệu mà nó có thể sử dụng để đồng bộ hóa, đặc biệt là nếu không có gói dữ liệu khác đang được truyền trong hệ thống. Định thời gói 212 bao gồm ID duy nhất của cặp và việc xác định gói định thời 212 nó có thể sử

dụng để điều chỉnh thời gian cơ sở của nó, vì nó biết vị trí trong chuỗi đoạn liên kết (hop) mà gói định thời 212 này sẽ được mong đợi. Tùy chọn, gói định thời 212 này có thể không được truyền nếu đã có dữ liệu quan trọng được gửi bởi máy chủ mà máy tớ có thể sử dụng để định thời.

Trong ví dụ này gói định thời 212 tiếp theo là chuỗi gói khởi động gói luân phiên giữa chủ lần đầu 220 và tớ lần đầu 221. Trong ví dụ được thể hiện trên Fig.3, chủ có dữ liệu để truyền và bắt đầu với gói thứ nhất 213, gói thứ nhất được bắt đầu ở thời điểm bắt đầu gói 220 của gói chủ và hoàn tất trước thời gian bắt đầu gói tiếp theo 221. Sau khi tớ báo nhận gói thứ nhất (không được thể hiện), hệ thống đang ở trong chế độ mà cả hai bên biết rằng chủ đang gửi, và chủ sẽ gửi tiếp đầy đủ kích thước gói 214, tất cả được gửi ngay lập tức mà không cần chờ đợi để bắt đầu gói thời gian bắt đầu 220, và xếp thành gói bắt đầu 220. Kích thước gói tối đa này được xác định thông qua việc tối ưu hóa hệ thống, trong đó gói lớn yêu cầu thời gian truyền lại lâu hơn trong trường hợp có lỗi và gói nhỏ sẽ thêm phần trăm chi phí lớn hơn. Trong ví dụ này, sau gói kích thước đầy đủ 214, gói cuối cùng 215 được truyền. Cách khác, một số gói kích thước đầy đủ 214 có thể được truyền nếu gói Ethernet để gửi là lớn. Gói cuối cùng 215 này có kích thước thay đổi có kích thước để truyền phần còn lại của gói Ethernet cần truyền. Cả hai đơn vị đều biết độ dài của toàn bộ gói Ethernet được truyền vì thông tin đó được bao gồm trong gói 213 thứ nhất đã gửi đi.

Trong ví dụ được thể hiện trên Fig.3, do đó, tớ có gói để gửi. Khi tới tớ bắt đầu gói định thời 221 đến, tớ gửi gói thứ nhất 216, được hoàn chỉnh trước khi gói chủ tiếp theo bắt đầu 220. Trong ví dụ này, việc báo nhận của gói tớ thứ nhất 216 nhận được (không được thể hiện) và tớ tiếp tục gửi tiếp theo (gói tớ thứ hai) 217. Gói tớ thứ hai 217 đủ để hoàn thành gói Ethernet, vì vậy việc truyền chấm dứt sau gói tớ 217. Đoạn liên kết (hop) sau đó được kết thúc bởi dải bảo vệ thứ hai 218, sau đó dẫn vào dải bảo vệ mở đầu 211 của đoạn liên kết (hop) tiếp theo.

Fig.4 thể hiện gói Ethernet 300 điển hình được chia thành gói OTA nhỏ 310. Gói Ethernet 300 được nhận bởi bộ điều khiển Ethernet 102, 109 có chiều dài tùy ý có thể được lớn hơn mức tối đa của kích thước gói OTA. Trong quá trình truyền OTA, gói OTA thứ nhất 301, nhỏ hơn gói OTA 310 khác, do đó nó sẽ hoàn thành vào thời điểm bắt đầu gói tiếp theo (không được thể hiện), được tạo ra. Gói OTA 301 thứ nhất này được tạo thành từ tiêu đề 302 có chứa ID duy nhất, nhận dạng từ nơi mà nó đang được truyền trong đoạn liên kết (hop) và một dấu hiệu về độ dài của gói Ethernet đầy đủ. Phần còn lại của gói OTA thứ nhất 301 bao gồm dữ liệu 303 từ gói Ethernet 300.

Khi gói OTA 301 thứ nhất được nhận thành công, phía nhận sẽ gửi một báo nhận (ACK 304). Khi nhận được ACK 304, phía gửi bắt đầu gói OTA 310 tiếp theo bao gồm tiêu đề nhỏ hơn 305 chứa ID duy nhất và một dấu hiệu cho thấy đó là gói tiếp theo. Điều này cần thiết vì nếu bên gửi không nhận được ACK, nó sẽ gửi lại gói cuối cùng; Do đó, dấu hiệu chỉ rõ là cần thiết nếu gói này là lần gửi lại của gói cuối cùng hoặc lần gửi thứ nhất của gói tiếp theo 310. Phần đầu nhỏ hơn 305 cũng có thể chứa các thời gian trong hop hiện nay, nhưng điều này là không bắt buộc khi hệ thống có thể có đủ dữ liệu để làm việc trên chỉ với dữ liệu 303 từ gói OTA thứ nhất 301. Theo phương án được ưu tiên, vị trí trong hop hiện tại không được bao gồm trong gói 310 mà theo gói thứ nhất 301. Sau khi tiêu đề 305 và dữ liệu 306 cho gói 310 được gửi đi, các khối tiếp theo (gói OTA 310) của gói Ethernet 300 được gửi. Sự kết hợp của tiêu đề gói OTA tiếp theo 305 và dữ liệu gói OTA 306 tiếp theo tạo nên gói OTA thứ hai 310 bị giới hạn bởi kích thước gói OTA tối đa mà hệ thống sử dụng. Gói 310 này được báo nhận với ACK 304 tiếp theo và sau đó gói OTA thứ ba 310 được bắt đầu với tiêu đề 305 và dữ liệu 306, được nhận báo nhận với ACK thứ ba 304. Việc truyền tiếp tục với gói 310 bao gồm tiêu đề 305, dữ liệu 306 và báo nhận ACK 304; sau đó với gói tiếp theo 310 với tiêu đề 305 và dữ liệu 306 và báo nhận ACK 304. Gói có kích thước tối đa cuối cùng có tiêu đề 306 và dữ liệu được theo sau bằng ACK 304. Gói cuối cùng 310, có kích thước để gửi dữ liệu Ethernet còn lại bao gồm tiêu đề cuối cùng 320 và dữ liệu

321, và sau đó ACK cuối cùng 304 hoàn thành gói Ethernet 323 của nội dung truyền của gói Ethernet 300 mà bao gồm nhỏ gói OTA thứ nhất 301, năm gói OTA lớn 310 và gói cuối cùng 310 qua không gian 111 đến bộ thu phát radiô thứ hai (bên nhận) 107.

Fig.5 thể hiện một ví dụ về việc truyền thành công gói OTA được thực hiện mà không xảy ra lỗi truyền hoặc xảy ra xung đột, trong khi Fig.6 và Fig.7 thể hiện hai ví dụ về truyền và tránh va chạm. Đối với ví dụ được thể hiện trên Fig.5, cả hai phía có dữ liệu sẵn sàng để truyền và cả hai đang chờ đợi gói bắt đầu tương ứng 403, 406 đến. Trong tình huống này, thời gian bắt đầu gói chủ 403 đã đến và, như được mô tả dưới đây, cả chủ lẫn tớ đều hiểu rằng thời gian hệ thống dành riêng cho, và đã bước vào thời gian 401 cho gói chủ ở chế độ gửi, và khi hoàn tất, hệ thống sau đó thay đổi, và dành hệ thống cho khoảng thời gian 402 cho gói tớ ở chế độ gửi. Như được thể hiện trên Fig.5, hệ thống nhận gói chủ bắt đầu tín hiệu 403 và gói chủ 410 với tiêu đề 404 và dữ liệu 405 được gửi. Khi nhận được gói thứ nhất ACK 407 từ tớ, nó được hiểu bởi cả hai bên của hệ thống là hệ thống trong khoảng thời gian 401 dành riêng cho gói chủ 410 ở chế độ gửi, và hệ thống hoạt động để gửi phần còn lại của gói dữ liệu chủ 410. Sau khi báo nhận gói chủ 410 bao gồm tiêu đề 404 và dữ liệu 405, gói chủ thứ hai 410, bao gồm tiêu đề 408 và dữ liệu 409 được gửi. Khi chủ nhận được ACK 407 cho phần thứ hai của gói chủ 410, nó ngay lập tức gửi gói chủ thứ ba 410, bao gồm tiêu đề 408 và dữ liệu 409 và nhận được báo nhận ACK 407. Gói chủ 410, bao gồm tiêu đề 408 và dữ liệu 409 được gửi sau đó nhận được báo nhận ACK 407, lúc này hệ thống biết rằng việc gửi gói chủ 410 được hoàn tất, vì dữ liệu gửi qua tổng cộng các 4 gói phù hợp với chiều dài đã được xác định trong tiêu đề gói chủ 404.

Sau khi hoàn thành gói dữ liệu chủ 410, việc truyền gói dữ liệu tớ 420 bắt đầu. Tương tự như gói chủ 410, gói tớ 420 bao gồm gói tớ thứ nhất 420 được gửi tiếp theo thời gian bắt đầu gói tớ 406, tiếp theo là tiêu đề gói tớ thứ nhất 415 và dữ liệu gói tớ thứ nhất 416. Khi nhận được báo nhận gói tớ thứ nhất ACK 417, nó được hiểu bởi cả hai bên của hệ thống là hệ thống ở trong

khoảng thời gian 402 cho gói thứ 420 ở chế độ gửi, và hệ thống hoạt động để hoàn thành việc gửi những gói 420 trước gửi bất kỳ gói nào khác. Trong việc gửi gói thứ 420, gói dữ liệu thứ nhất, bao gồm tiêu đề 415 và dữ liệu 416, tiếp theo là gói thứ hai 420, bao gồm tiêu đề 418 và dữ liệu 419. Khi thứ nhận được báo nhận ACK 417 đối với gói thứ hai, nó ngay lập tức gửi gói thứ ba 420, bao gồm tiêu đề 418 và dữ liệu 419, tiếp theo là báo nhận ACK 417 của nó. Gói cuối cùng, bao gồm tiêu đề 418 và dữ liệu 419, được gửi tiếp theo báo nhận ACK của nó 417, lúc này hệ thống biết rằng thứ gửi xong, vì dữ liệu gửi qua tổng số 4 gói phù hợp với chiều dài đã được xác định trong tiêu đề thứ nhất của gói thứ 415.

Trong ví dụ thứ hai, được thể hiện trên Fig.6, chủ bắt đầu bằng cách gửi, tại thời gian bắt đầu gói chủ 403, gói thứ nhất 410 bao gồm gói tiêu đề 404 và dữ liệu 405, nhưng nó không được nhận bởi thứ, vì vậy thứ bắt đầu gửi gói thứ nhất 420 bao gồm tiêu đề 415 và dữ liệu gói 416 tại thời gian bắt đầu gói thứ 406. Chủ nhận gói thứ nhất của thứ thay vì báo nhận ACK, vì vậy nó trì hoãn việc gửi gói chủ thứ nhất chưa được nhận 410 và bắt đầu nhận gói 420 mà thứ gửi. Khi chủ gửi báo nhận ACK 417 cho gói thứ thứ nhất, hai bên đã biết rằng hệ thống đang trong khoảng thời gian 402 cho thứ ở chế độ gửi toàn bộ gói thứ 420 bắt đầu với tiêu đề 418 và dữ liệu 419. Thứ tiếp tục gửi hoàn chỉnh gói 420 và chế độ gửi được ký kết với chủ gửi báo nhận ACK 417. Về thời gian bắt đầu gói chủ tiếp theo 403, chủ một lần nữa gửi gói thứ nhất 410 bao gồm tiêu đề gói chủ 404 và dữ liệu 405. Lần này thứ nhận được nó và gửi báo nhận ACK 407, và gói chủ 410 đang ở chế độ gửi. Chủ sau đó gửi toàn bộ gói chủ 410 tiếp tục với tiêu đề 408 và dữ liệu 409 cho đến khi báo nhận ACK cuối cùng 407 nhận được.

Trong ví dụ được thể hiện trên Fig.7, hệ thống nhập khoảng thời gian 401 cho chế độ gửi chủ sau khi nhận được ACK 407 thứ nhất. Gói chủ thứ nhất 410 bao gồm tiêu đề của gói 404 và dữ liệu 405 được nhận như được chỉ ra bởi báo nhận ACK 407. Tuy nhiên, bởi vì khoảng thời gian 401 cho chủ ở chế độ gửi đã bắt đầu và một trong các gói chủ 410 bao gồm tiêu đề gói 408 và dữ liệu

409 đã được gửi bởi chủ nhưng đã không làm cho nó vào tờ như được nêu bởi không trả lời 605 (không có báo nhận ACK nào được gửi hoặc nhận), hệ thống vẫn ở chế độ gửi chủ, tờ không cố gắng gửi bất kỳ dữ liệu nào và đợi chủ gửi lại gói bị lỗi. Tiêu đề gói bao gồm tiêu đề của gói 408 và dữ liệu 409 được gửi lại và được nhận như được chỉ ra bởi báo nhận nhận được ACK 407, và chế độ gửi chủ được tiếp tục và kết thúc. Khoảng thời gian 402 cho tờ ở chế độ gửi sau đó bắt đầu vào lúc bắt đầu thời gian tờ 406 và tiếp tục cho đến khi khoảng thời gian 402 cho chế độ gửi tờ được hoàn tất.

Fig.8 thể hiện lưu đồ mô tả mối quan hệ tương hỗ giữa chế độ gửi chủ và tờ. Đầu tiên, lưu đồ bắt đầu ở trạng thái không tải 701 mà không bên nào truyền. Trong trạng thái này, cả hai bộ thu phát radiô 104, 107 thường trong chế độ nhận hoặc đang trong chế độ ngủ sâu trong trạng thái chờ của thuật toán tiết kiệm điện năng. Trong khi ở chế độ này, trước tiên hệ thống sẽ kiểm tra xem thời gian bắt đầu gói chủ đã đến chưa (bước 702). Nếu như không, hệ thống sẽ kiểm tra xem thời gian bắt đầu gói tờ đã đến chưa (bước 707). Nếu không, hệ thống sẽ trở về chế độ không tải 701.

Nếu lần kiểm tra thứ nhất (bước 702) cho thấy thời gian bắt đầu gói chủ đã đến thì ở bước thứ hai 703 hệ thống sẽ xác định xem gói chủ có gói dữ liệu để gửi hay không. Nếu không, nó một lần nữa kiểm tra thời gian bắt đầu gói tờ và/hoặc trở lại trạng thái nhàn rỗi 701. Nếu chủ có dữ liệu để gửi thì chủ sẽ gửi gói thứ nhất (bước 704) và đợi báo nhận ACK đến (bước 705). Nếu ACK không đến, gói chủ xếp hàng và trở về chế độ không tải 701 chờ gói tiếp theo hoặc thời gian bắt đầu gói. Nếu ACK đến, hệ thống sẽ chuyển sang chế độ gửi chủ (bước 706) và gói sẽ được gửi cho đến khi hoàn tất hoặc hệ thống hết thời gian chờ. Thời gian chờ là cần thiết bởi vì nếu chủ tiếp tục cố gắng gửi gói, tờ sẽ không bao giờ có cơ hội để gửi gói. Nếu thời gian chờ kích hoạt, gói sẽ bị loại bỏ và hệ thống trở về chế độ không tải 701.

Nếu bước 707 chỉ ra thời gian bắt đầu gói tờ đã đạt được, bước 708 xác định xem tờ có dữ liệu để gửi không. Nếu không, hệ thống trở về trạng thái nhàn rỗi 701. Nếu tờ có dữ liệu để gửi, tờ sẽ gửi gói thứ nhất (bước 709) và đợi

báo nhận ACK đến (bước 710). Nếu ACK không đến, tổ xếp hàng đợi gói và trở về chế độ nhàn rỗi 701 chờ gói tiếp theo hoặc thời gian bắt đầu gói. Nếu báo nhận ACK không đến, hệ thống vào chế độ tổ gửi (bước 711) và gói tổ được gửi cho đến khi hoàn chỉnh hoặc hệ thống hết thời gian. Nếu thời gian chờ kích hoạt, gói sẽ bị loại bỏ và hệ thống trở về chế độ không tải 701.

Phần mô tả trên đây được trình bày chỉ để thể hiện một số phương án mà kết hợp các tính năng của sáng chế. Phần mô tả này không nhằm mục đích mô tả đầy đủ hoặc giới hạn sáng chế ở bất kỳ hình thức chính xác nào. Các sửa đổi và thay đổi có thể được thực hiện dựa trên phần mô tả trên. Dựa trên mô tả và các ví dụ trên Fig.6 và Fig.7, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực có thể thấy rằng lỗi không nhận được hoặc xác nhận đã báo nhận khác có thể được giải quyết theo cách tương tự.

Một ví dụ về hệ thống được mô tả trên đây là mô đun thay thế cáp tuần tự/Ethernet Quest™ 900MHz cung cấp khả năng thay thế cáp Ethernet điểm-điểm. Chế độ tuần tự của mô đun thay thế cáp RS-485 và hoạt động ở phạm vi hơn 6 dặm. Công nghệ sử dụng tính năng nhảy tần và duy trì đồng bộ hóa ngay cả ở mức RF thấp nhất. PA và LNA rời rạc cung cấp khả năng xử lý RF hiệu quả, trong khi bộ lọc tích hợp và rời rạc cung cấp khả năng điều hòa tín hiệu bổ sung giúp nâng cao hiệu suất. Điều khiển ăng ten bên ngoài thông qua một đầu nối hoặc sử dụng các ăng ten theo dõi PCB duy nhất mang lại hiệu quả cao nhất có thể bằng cách sử dụng vật liệu FR4 tiêu chuẩn và hiệu quả về chi phí. Công cụ xử lý có băng thông dải rộng bao gồm các giao diện truyền thông tùy chỉnh, giao diện cảm biến và thuật toán, hoặc yếu tố bất kỳ cũng như các ứng dụng khác và có thể được tùy chỉnh cho từng ứng dụng. Các thông số tùy chỉnh bao gồm tốc độ dữ liệu, công suất phát, điều khiển công suất phát động, cấu trúc liên kết (điểm-điểm, hình sao, lưới động), cấu hình ăng ten và giao diện dữ liệu. Mô đun cũng có thể được sửa đổi để phù hợp với hệ số hình thức của các sản phẩm khác nhau.

Bảng 1 dưới đây đưa ra các thông số kỹ thuật hiệu suất điển hình của hệ thống truyền Ethernet OTA tích hợp các tính năng của sáng chế.

Bảng 1: Đặc tả hoạt động

Thông số RF	Mô tả	Ghi chú
Tần số	902 - 928 MHz	
Công suất đầu ra	500 mW	Tối thiểu trong mọi điều kiện
Phạm vi - Chế độ RS485	> 32.000 feet	LOS
Phạm vi - Chế độ Ethernet	> 11.000 feet	LOS
Giao thức	Tùy chỉnh	
Thuật toán tránh nhiễu	Trình tự cố định Nhảy tần	
Kênh	50	
Băng thông	<500 kHz	
Tốc độ dữ liệu OTA - Chế độ RS485	10kbps	
Tốc độ dữ liệu OTA - Chế độ Ethernet	462 kbps	
Thông lượng - Chế độ RS485	9,6 kbps	
Thông lượng - Chế độ Ethernet	100 Mbps Burst, > 300 kbps duy trì	
Ăng ten	PCB, tùy chỉnh	
CCID	2AHWAQTSHPWETH	

Fig.9 là lưu đồ thể hiện cách hệ thống có thể được nối dây và cấu hình để chọn và chạy phần mềm thích hợp để hỗ trợ truyền dữ liệu tuần tự Ethernet hoặc RS485. Hệ thống xác định xem thiết bị sẽ chạy ở chế độ thay thế cáp tuần tự hay Ethernet. Hệ thống được bật lên (bước 801) và sau khi khởi tạo tất cả các đơn vị để xem nếu liên kết Ethernet vật lý được thiết lập (bước 802). Bộ thu phát Ethernet có chức năng tiêu chuẩn có khả năng báo cáo nếu có liên kết Ethernet vật lý. Khi CPU 103, 108 nhận thông tin từ bộ thu phát Ethernet 102, 109 rằng có liên kết Ethernet vật lý, CPU 103, 108 cấu hình các bộ thu phát radio tương ứng 104, 107 cho tốc độ dữ liệu cần thiết cho chế độ Ethernet (bước 803) và bắt đầu xử lý thay thế cáp Ethernet (bước 804). Trong quá trình xử lý này, liên kết Ethernet được kiểm tra (bước 805) và quá trình xử lý tiếp tục miễn là có liên kết. Tuy nhiên, khi liên kết Ethernet không còn nữa, bộ thu phát radio 104, 107 sẽ được định cấu hình cho chế độ tuần tự (bước 806), thường

bao gồm thiết lập với tốc độ dữ liệu thấp hơn. Quá trình thay thế cáp tuần tự sẽ bắt đầu (bước 807), nhưng việc phát hiện liên kết Ethernet (bước 808) sẽ được theo dõi. Nếu liên kết Ethernet được phát hiện trong bước 808, bộ thu phát radiô 104, 107 được định cấu hình để cài đặt chế độ Ethernet (bước 803) và quá trình xử lý thay thế cáp Ethernet (bước 804) sẽ được chạy. Nếu, khi thiết bị được cấp nguồn lần thứ nhất ở bước 801, liên kết Ethernet không được phát hiện (bước 802), bộ thu phát radiô sẽ được cấu hình trực tiếp cho tốc độ dữ liệu ở chế độ tuần tự (bước 806) và quá trình thay thế cáp tuần tự bắt đầu (bước 807), với việc kiểm tra liên tục sự tồn tại của liên kết Ethernet (bước 808).

Cần phải hiểu rằng, mặc dù phần mô tả trên đây đã mô tả chi tiết các phương án được ưu tiên của sáng chế, rất nhiều thay đổi và biến thể có thể được thực hiện trên các phương án này và tất cả các thay đổi và biến thể đó đều thuộc phạm vi của sáng chế.

Đơn này được hưởng quyền ưu tiên của đơn xin cấp bằng sáng chế tạm thời của Hoa Kỳ số 62/804700 nộp vào ngày 12 tháng 2, 2019, nội dung của tài liệu được đưa toàn bộ vào đây để tham khảo.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hệ thống truyền dữ liệu trong mạng truyền thông dữ liệu, mạng truyền thông dữ liệu này hoạt động ở chế độ truyền dữ liệu Ethernet hoặc truyền dữ liệu tuần tự, hệ thống này bao gồm:

hệ thống loại bỏ cáp Ethernet hoặc cáp tuần tự và thay thế cáp Ethernet hoặc cáp tuần tự bằng liên kết không dây giữa các cặp radiô phù hợp, mỗi bộ phận radiô trong cặp radiô có ăng ten được kết nối với, định cấu hình một trong các bộ phận radiô trong cặp radiô phù hợp và ăng ten được kết nối để hoạt động như máy thu và ăng ten kia của bộ phận radiô trong cặp phù hợp này hoạt động như máy phát hoặc mỗi bộ phận radiô thứ nhất và thứ hai trong cặp phù hợp này được định cấu hình để thay thế làm máy phát và máy thu, radiô hoạt động ở tần số nằm trong khoảng từ 300 đến 3000 MHz,

hệ thống để đầu tiên xác định sau khi cài đặt xem mạng truyền thông dữ liệu có đang hoạt động ở chế độ truyền dữ liệu Ethernet hoặc dữ liệu tuần tự và sau đó định cấu hình hệ thống để truyền dữ liệu với tốc độ phù hợp với dữ liệu Ethernet hoặc chế độ truyền dữ liệu tuần tự, trong đó hệ thống này bao gồm:

giao diện dữ liệu thứ nhất và thứ hai, và

bộ điều khiển thứ nhất và thứ hai để phân phối gói dữ liệu đến các CPU được kết nối; và

các CPU được cấu hình để kiểm soát liên kết radiô không dây, hoạt động của ăng ten trong giao tiếp với mỗi bộ phận radiô, tập hợp gói thông tin qua không trung (gói OTA), truyền gói OTA đã lắp ráp này và xác nhận đã nhận được gói OTA đã lắp ráp.

2. Hệ thống theo điểm 1, trong đó bộ phận radiô được hoạt động ở băng tần 902-928 MHz ISM.

3. Hệ thống theo điểm 2, trong đó gói OTA được truyền bằng liên kết không dây được nhận ở khoảng cách vượt quá 2 dặm (1 dặm = 1,609344km).

4. Hệ thống theo điểm 1, trong đó dữ liệu Ethernet hoặc dữ liệu tuần tự được chia thành một hoặc nhiều gói OTA, một hoặc nhiều gói OTA này mỗi gói bao gồm một phần dữ liệu và có thể bao gồm một phần tiêu đề tùy chọn.

5. Hệ thống theo điểm 1, trong đó CPU bao gồm các giao thức để tránh xung đột của gói OTA được truyền chồng chéo bởi radiô thứ nhất và thứ hai.

6. Hệ thống truyền dữ liệu trong mạng truyền thông dữ liệu, mạng truyền thông dữ liệu này hoạt động ở chế độ truyền dữ liệu Ethernet hoặc dữ liệu tuần tự, hệ thống này bao gồm:

hệ thống loại bỏ cáp Ethernet hoặc cáp tuần tự và thay thế cáp Ethernet hoặc cáp tuần tự bởi liên kết không dây giữa cặp radiô phát phù hợp, mỗi bộ phận radiô trong cặp radiô phát có một ăng ten kết nối vào, định cấu hình một trong các bộ phận radiô này trong cặp radiô phù hợp và ăng ten kết nối để có chức năng như máy thu và một bộ phận radiô trong cặp radiô phù hợp với chức năng như máy phát hoặc mỗi bộ phận radiô thứ nhất và bộ phận radiô thứ hai trong cặp phù hợp được cấu hình để xen kẽ hoạt động như máy thu, bộ phận radiô hoạt động ở tần số nằm trong khoảng từ 300 đến 3000 MHz,

hệ thống đầu tiên xác định, sau khi cài đặt, xem mạng truyền thông dữ liệu này đang hoạt động ở chế độ truyền dữ liệu Ethernet hay dữ liệu tuần tự và sau đó định cấu hình hệ thống để truyền dữ liệu với tốc độ phù hợp với dữ liệu Ethernet hoặc chế độ truyền dữ liệu tuần tự, hệ thống này bao gồm:

giao diện dữ liệu thứ nhất và thứ hai, và

bộ điều khiển thứ nhất và thứ hai để phân phối gói dữ liệu đến các CPU được kết nối; và

CPU được cấu hình để kiểm soát liên kết radiô không dây, hoạt động của ăng ten truyền thông với mỗi bộ phận radiô, tập hợp gói thông tin qua không trung (gói OTA), truyền gói OTA đã lắp ráp này và xác nhận đã nhận gói OTA đã lắp ráp; và

trong đó CPU bao gồm giao thức để tránh va chạm của gói OTA được truyền chồng lên nhau bởi bộ phận radiô thứ nhất và thứ hai,

trong đó giao thức để tránh va chạm của gói OTA truyền bao gồm việc thiết lập tập các điểm thời gian bắt đầu truyền cho mỗi bộ phận radiô, các thời gian bắt đầu truyền cách nhau theo một lịch trình đặt trước, sao cho

khi một bộ phận radiô thứ nhất có gói dữ liệu tuần tự hoặc Ethernet OTA để phân phối và đạt được thời gian bắt đầu truyền cho bộ phận radiô thứ nhất này, hệ thống cho biết hệ thống thoát khỏi chế độ rỗi và cho biết bộ phận radiô thứ nhất bắt đầu truyền gói OTA thứ nhất, cho biết chức năng của bộ phận radiô thứ nhất ở chế độ chính và được chỉ định là chủ và bộ phận thứ trong số các bộ phận radiô này hoạt động ở chế độ tớ và được chỉ định là bộ phận tớ,

tớ cho biết khi nhận được gói OTA thứ nhất xác nhận đã nhận được gói đó,

chủ tiếp tục truyền gói OTA tuần tự và tớ xác nhận đã nhận từng gói OTA cho đến khi gói OTA cuối cùng được truyền đi hoặc đạt đến số lượng đầy đủ gói OTA được quy định trong gói OTA thứ nhất, cho biết sự kết thúc của lần truyền radiô thứ nhất,

sau khi nhận được gói OTA được truyền cuối cùng, máy chủ, nếu có gói dữ liệu OTA để gửi và đạt được thời gian bắt đầu truyền cho bộ phận radiô thứ hai này, thì bộ phận radiô thứ hai sẽ bắt đầu truyền gói OTA thứ nhất của nó và khi bộ phận radiô thứ nhất báo nhận đã nhận gói của bộ phận radiô thứ hai ở chế độ chủ và bộ phận radiô thứ nhất ở chế độ tớ cho đến khi tất cả các gói OTA của bộ phận radiô thứ hai được phân phối, hệ thống sau đó sẽ trở về chế độ rỗi.

7. Hệ thống theo điểm 6, trong đó nếu gói OTA thứ nhất được gửi không được nhận hoặc không được báo nhận và nếu bộ phận radiô thứ hai có gói dữ liệu OTA để gửi và đạt đến thời gian bắt đầu truyền cho bộ phận radiô thứ hai, thì

bộ phận radiô phát thứ hai bắt đầu truyền gói OTA thứ nhất của nó,

nếu việc nhận gói OTA thứ nhất được truyền qua bộ phận radiô thứ hai được xác nhận bởi bộ phận radiô phát thứ nhất thì cho biết xác nhận đã cho biết bộ phận radiô thứ hai ở chế độ chủ và bộ phận radiô thứ nhất ở chế độ tớ cho đến khi tất cả các gói OTA của bộ phận radiô thứ hai được phân phối, và

gói OTA thứ nhất từ bộ phận radiô thứ nhất không báo nhận và bất kỳ gói OTA để truyền tuần tự sau đó được đặt trong chế độ rỗi cho đến thời gian bắt đầu bộ phận radiô thứ nhất tiếp theo.

8. Hệ thống theo điểm 6, trong đó nếu gói OTA thứ nhất được nhận và báo nhận, bộ phận radiô phát thứ nhất ở chế độ chủ, bộ phận radiô phát thứ nhất tiếp tục truyền tuần tự gói OTA và nếu gói OTA không được báo nhận, rằng gói OTA không được báo nhận, thì gửi lại cho đến khi có báo nhận hoặc cho đến khi hệ thống đạt đến thời gian ra tín hiệu hệ thống ở chế độ rồi.

9. Hệ thống truyền dữ liệu trong mạng truyền thông dữ liệu, mạng truyền thông dữ liệu này hoạt động trong hoặc chế độ dữ liệu Ethernet hoặc chế độ truyền dữ liệu tuần tự, cáp Ethernet hoặc cáp tuần tự được thay thế bằng liên kết không dây giữa cặp radiô phát phù hợp, trong đó mỗi bộ phận radiô trong cặp radiô phát được kết nối vào, một trong các bộ phận radiô trong cặp phù hợp và ăng ten kết nối được cấu hình để có chức năng như một máy thu và một bộ phận radiô trong cặp phù hợp được cấu hình để hoạt động như một máy phát, hoặc mỗi bộ phận radiô thứ nhất và thứ hai trong cặp phù hợp được cấu hình để hoạt động xen kẽ như một máy phát và một máy thu, bộ phận radiô hoạt động ở tần số nằm trong khoảng từ 300 đến 3000 MHz, để mạng truyền thông dữ liệu đang hoạt động trong chế độ Ethernet thì hệ thống truyền dữ liệu được cấu hình để truyền với tốc độ phù hợp cho chế độ Ethernet và nếu mạng truyền dữ liệu hoạt động trong chế độ truyền dữ liệu tuần tự thì hệ thống truyền dữ liệu được cấu hình để truyền với tốc độ phù hợp với chế độ truyền dữ liệu tuần tự, hệ thống này bao gồm:

giao diện dữ liệu thứ nhất và thứ hai, và

bộ điều khiển thứ nhất và thứ hai để cung cấp gói dữ liệu đến các CPU được kết nối, các CPU này được cấu hình để điều khiển liên kết radiô không dây, hoạt động của ăng ten truyền thông với mỗi bộ phận radiô, tập hợp gói tin radiô (gói OTA), truyền gói OTA đã lắp ráp này và báo nhận đã nhận gói OTA đã lắp ráp.

10. Hệ thống theo điểm 9, trong đó bộ phận radiô hoạt động ở băng tần 902-928 MHz ISM.

11. Hệ thống theo điểm 10, trong đó gói OTA được truyền bằng đường truyền không dây được nhận ở khoảng cách vượt quá 2 dặm.

12. Hệ thống theo điểm 9, trong đó dữ liệu Ethernet hoặc dữ liệu tuần tự được cung cấp được phân tách thành một hoặc nhiều gói OTA, một hoặc nhiều gói OTA cho biết, mỗi gói bao gồm một phần dữ liệu và có thể bao gồm một phần tiêu đề tùy chọn.

13. Hệ thống theo điểm 9, trong đó CPU bao gồm giao thức để tránh va chạm gói OTA được truyền chồng nhau bởi bộ phận radiô thứ nhất và thứ hai.

1/7

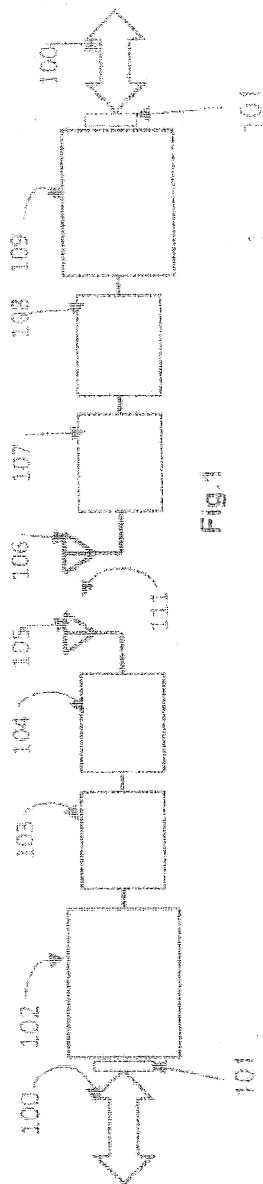


Fig. 1

207

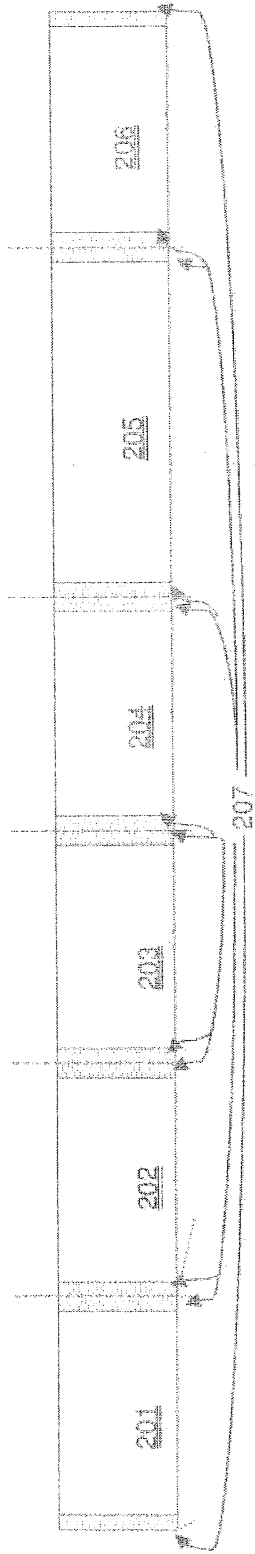


Fig.2

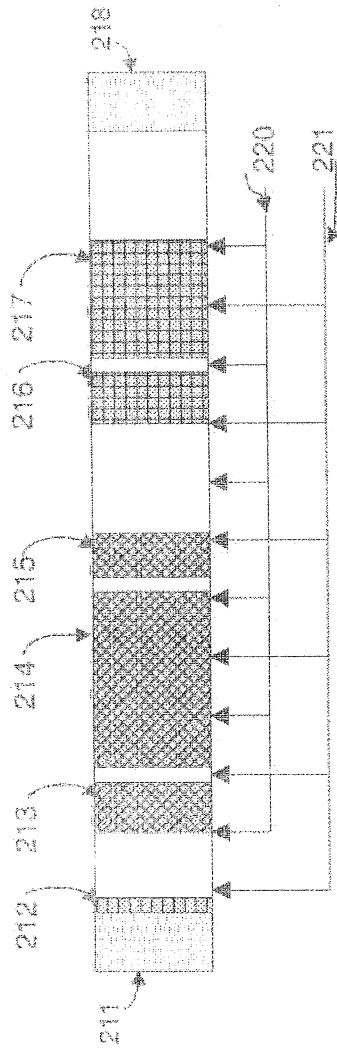


Fig.3

37

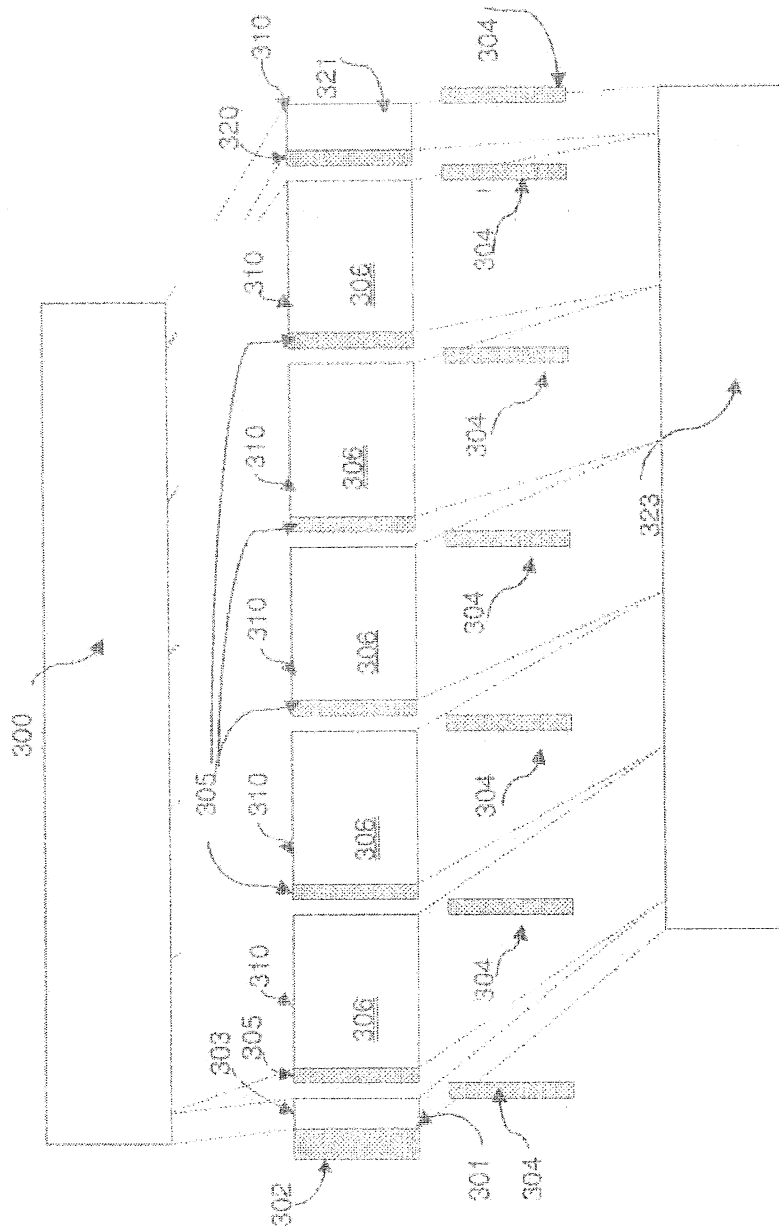
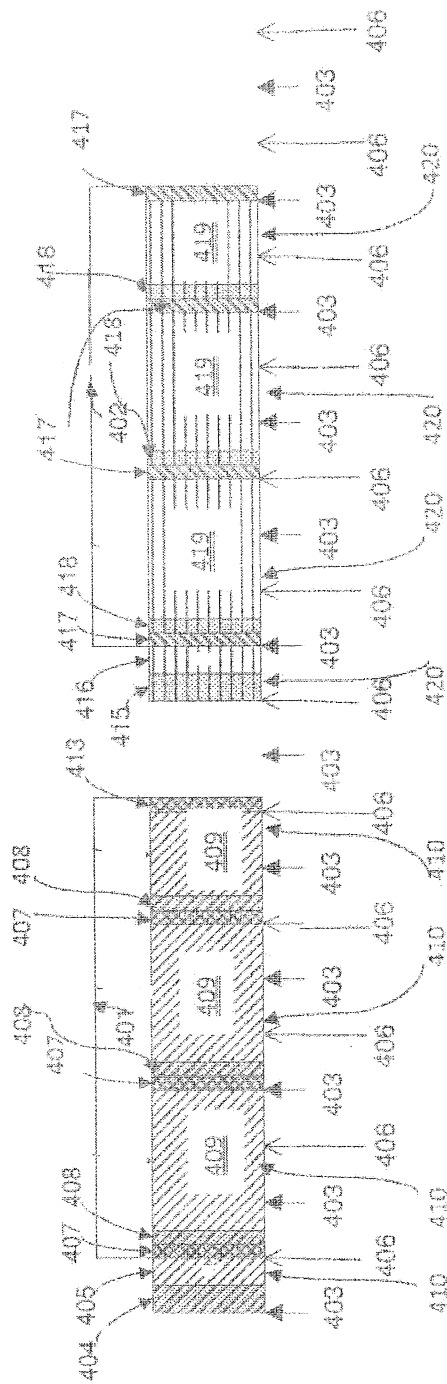


Fig. 4



5
6
7
8

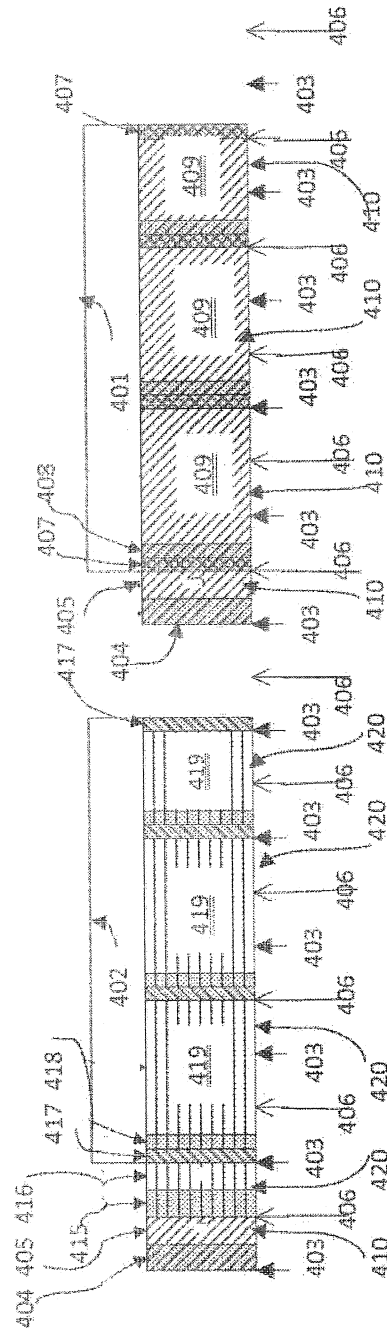


Fig. 6

5/7

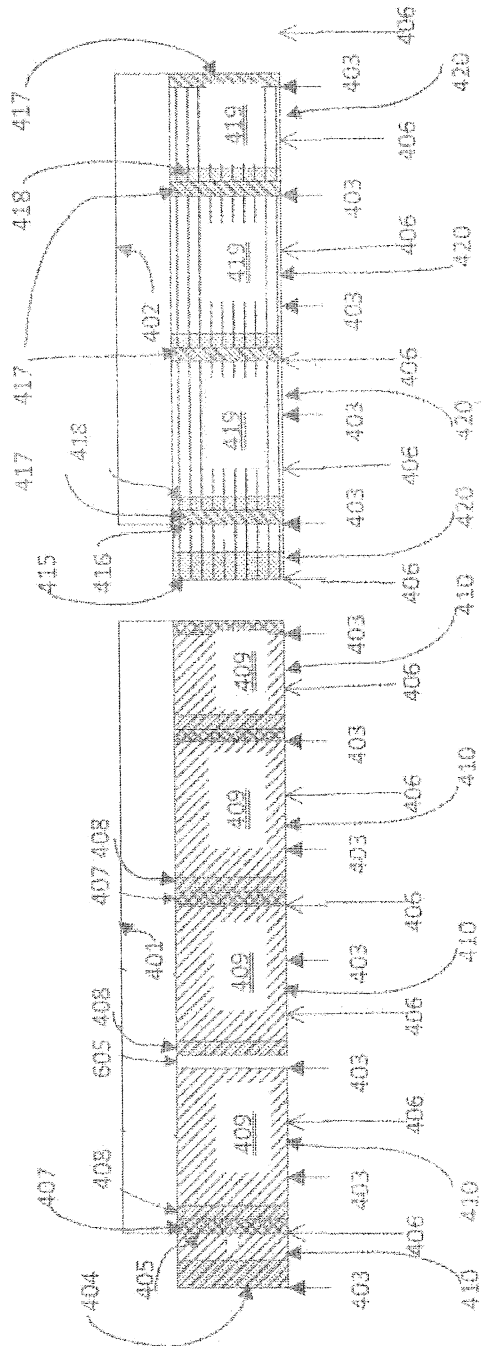


Fig. 7

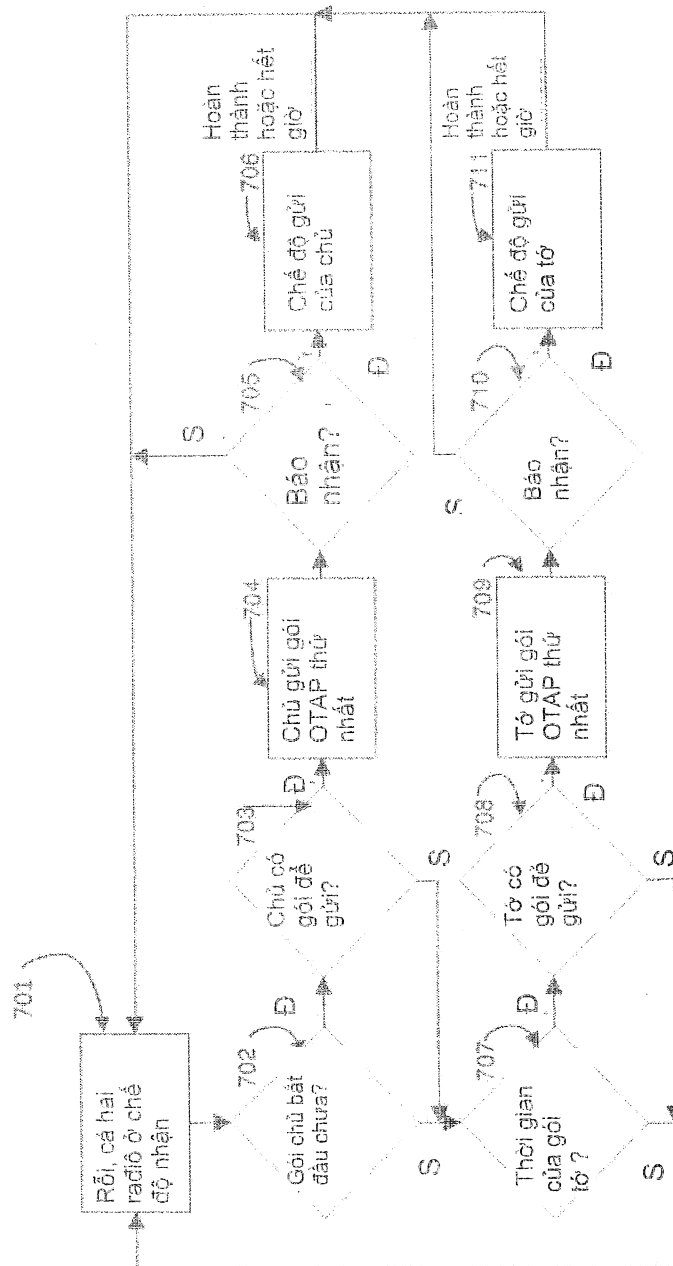


Fig. 8

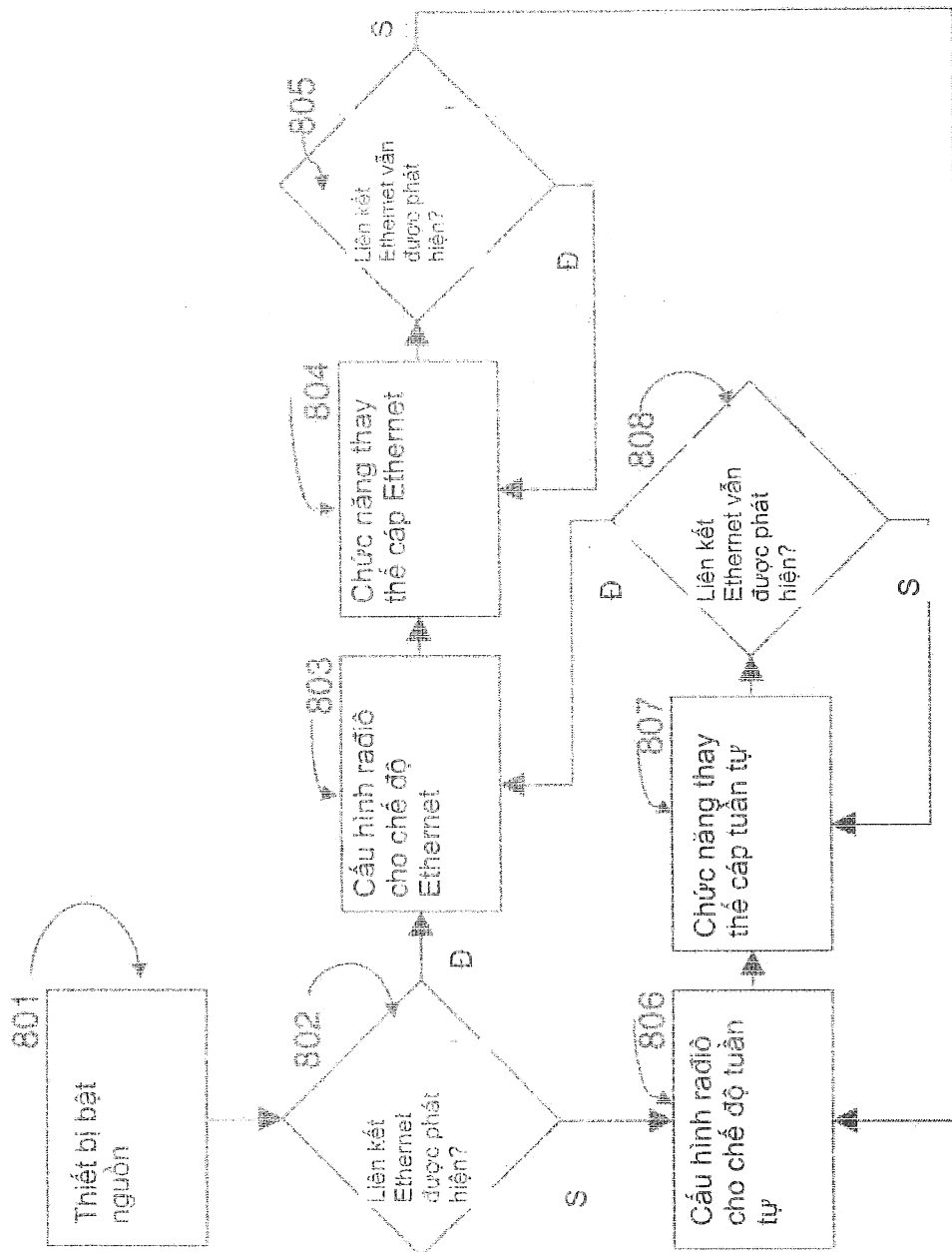


Fig.9