CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ MẠNG PLC

Công nghệ truyền thông tin trên đường dây điện lực PLC (Power Line Communication) mở ra hướng phát triển mới trong lĩnh vực thông tin. Với việc sử dụng các đường dây truyền tải điện để truyền dữ liệu, công nghệ PLC cho phép kết hợp các dịch vụ truyền tin và năng lượng. Trước đây, những thành tựu của khoa học kỹ thuật từ những năm 50 của thế kỷ 20 đã cho phép sử dụng đường dây điện lực để truyền các tín hiệu đo lường, giám sát, điều khiển. Cùng với tốc độ phát triển nhanh chóng của các công nghệ khác trong lĩnh vực viễn thông và công nghệ thông tin, hiện nay công nghệ PLC đã cho phép cung cấp dịch vụ truyền tải điện kết hợp với truyền dữ liệu trực tiếp tới người sử dụng .

Công nghệ truyền thông trên đường dây điện lực đã được ra đời từ khá sớm, tuy nhiên cho mãi nhưng năm gần đây công nghệ này mới được đầu tư nghiên cứu và triển khai. Trước hết chúng ta sẽ tìm lịch sử phát triển cũng như một số kiến thức cơ bản của công nghệ này.



Hình 1.1. Sơ đồ một mạng truyền thông PLC.

1.1.Lịch sử phát triển

Từ rất sớm, khoảng năm 1838, ý tưởng về một hệ thống đo đạc mức tiêu thụ điện năng cho các trạm không người kiểm soát trong hệ thống điện báo London – Liverpool được Edward Davy đưa ra.

Năm 1897, Joseph Routin và C.E.L. Brown, người Thụy Sỹ, đã được cấp bằng sáng chế cho thiết bị đo điện từ xa của họ.

Năm 1905, Chester Thradson, người Chicago – Mỹ, cũng được cấp bằng phát minh sáng chế cho đồng hồ đo điện từ xa mà ông thực hiện vào năm 1902. Thiết bị này sử dụng thêm một dây nữa để truyền nhận tín hiệu. Tuy nhiên đề án này đã không được thương mại hóa vì sự cồng kềnh cũng nhưng hiệu quả kinh tế mà thiết bị đo này mang lại.

Sự hạn chế bởi các linh kiện điện tử trong thời kỳ này làm cho các đề tài về PLC không thực sự phát triển mãi cho tới khi transitor và đặc biệt là các vi mạch tích hợp đã làm giảm kích thước cũng như giá thành của các thiết bị.



Hình 1.2. Một mạch sử dụng các chip tích hợp hiện đại.

Vào cuối thập niên 80 đầu thập niên 90, ý tưởng về một modem PLC được tích hợp cả các cơ chế kiểm soát lỗi phức tạp, mã hóa dữ liệu lại được nêu lên.

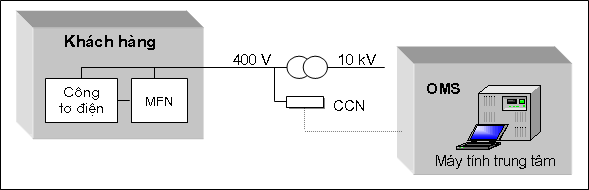
Sự phát triển của PLC trong thập nên 90 mới chỉ dừng lại ở các ứng dụng băng hẹp. Các nghiên cứu và triển khai mạng PLC trên dải băng rộng mới chỉ bắt đầu trong khoảng 10 năm hiện nay. Khái niệm về một mạng PLC băng rộng PLT (Power Line Telecommunication) từ đó ra đời. Hiện nay, công nghệ PLC được sử dụng cho các ứng dụng thương mại trong nhà như hệ thống giám sát, cảnh báo, tự động hoá...Các ứng dụng truyền tin dựa trên PLC hiện đang còn rất nhiều tiềm năng cần được tiếp tục khai phá. Ngày nay có rất nhiều các công ty lớn của Mỹ, Châu Âu, Hàn Quốc, v…v đang có các dự án nghiên cứu và chế tạo các IC PLC (Tập đoàn ST và YITRAN đã cung cấp IC về PLC ở Việt Nam từ năm 2003).

1.2. Các hệ thống truyền thông trên đường dây điện lực

1.2.1. Hệ thống đo lường, giám sát, điều khiển trên đường dây điện lực

Khởi đầu của công nghệ truyền thông tin trên đường dây điện lực là hệ thông hỗ trợ đọc công tơ điện. Sau đó hệ thống này được phát triển bổ xung thêm các chức năng giám sát, cảnh báo và điều khiển.

Hình 1.3 miêu tả các thành phần chính của hệ thống đo lường, giám sát, điều khiển trên đường dây điện lực.



Hình 1.3. Các thành phần chính của hệ thống đo lường, giám sát, điều khiển trên đường dây điện lực.

Hệ thống này bao gồm các khối chức năng như sau:

MFN (Multi Function Node): nút đa chức năng được đặt tại mỗi hộ dân, nút này có thể tích hợp hay tách biệt với công tơ điện.

Ví dụ: MFN đọc số liệu công tơ điện và ghi vào bộ nhớ rồi gửi đến CCN.

CCN (Concentrator & Communication Node): nút tập trung và truyền thông (thường được đặt tại trạm con) quản lý các MFN trong vùng, ví dụ tập hợp số liệu của các công tơ điện.

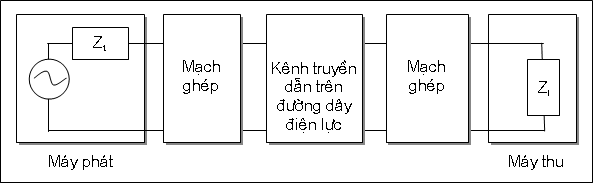
OMS (Operation & Management System): hệ thống khai thác và quản lý, quản lý một nhóm các CCN. Các số liệu công tơ điện do CCN tập hợp rồi ghi vào OMS để lưu giữ và phân tích.

Từ chức năng ban đầu là tự động đọc số công tơ, ghi lại và chuyển số liệu về trung tâm, các chức năng giám sát hoạt động, cảnh báo và điều khiển đã được phát triển.

1.2.2.  Hệ thống truyền thông tin trên đường dây điện lực

Mạng đường dây điện hạ thế có thể sử dụng như một hệ thống truyền thông. Mạng gồm nhiều kênh, mỗi kênh là một đường truyền vật lý nối giữa trạm con và một hộ dân, có các đặc tính và chất lượng kênh truyền khác nhau và thay đổi theo thời gian. Tín hiệu được truyền trên sóng điện xoay chiều 50 Hz sau đó có thể được trích ra bởi một connector kết nối vào đường dây.

Mô hình hệ thống truyền thông số (digital) sử dụng đường dây điện lực được thể hiện trong hình 1.4.



Hình 1.4. Mô hình hệ thống truyền thông tin số trên đường dây điện lực.

Trong mô hình này các tham số quan trọng của hệ thống là trở kháng đầu ra của máy phát Zt và trở kháng đầu vào của máy thu Zl.Đường dây điện lực giống như một anten phát/thu làm cản trở quá trình phát/thu tin.

Mạch ghép được sử dụng với hai mục đích, thứ nhất nó chặn các tín hiệu xoay chiều 50 Hz gây hại, thứ hai nó xác nhận thành phần chính của tín hiệu phát/thu nằm trong băng tần được cấp phát cho truyền thông. Điều này giúp làm tăng dải động của máy thu và đảm bảo máy phát không đưa nhiễu lên kênh.

1.3. Cấu trúc mạng và các vấn đề liên quan

PLC sử dụng một mạng mà được hiểu như một mạng điện lực đã được điều tần số cao (High Frequency Conditioned Power Network: HFCPN) để truyền số liệu và điện năng. Một HFPCN sử dụng một loạt các bộ Homegateway để lọc các tín hiệu riêng rẽ này. Bộ Homegateway gửi điện năng vào trong nhà và gửi tín hiệu số liệu tới một module truyền thông gọi là PLC modem.

PLC modem cung cấp nhiều kênh cho số liệu, thoại, video…. Các server trạm gốc hay còn được gọi là HeadEnd đặt ở các trạm điện vùng kết nối tới đường trục backbone thông qua cáp quang.

1.3.1.Cấu trúc mạng

Về cấu trúc, mạng PLC được chia thành hai hệ thống: hệ thống ngoài nhà (Outdoor System)và hệ thống trong nhà (Indoor System).



Hình 1.5. Cấu trúc một mạng truy nhập PLC

Outdoor System bao gồm phần chung của mạng phân phối điện hạ áp tính từ trạm biến áp đến điểm truy cập vào từng toà nhà. Outdoor System kết nối với đường trục backbone tại các trạm biến áp.

Indoor System chuyển và nhận tín hiệu thông tin từ điểm truy cập vào toà nhà tới từng ổ cắm điện trong khu vực nội bộ của toà nhà đó. Hệ thống Indoor bao trùm toàn bộ phần mạng điện riêng của toà nhà.



Hình 1.6. Cấu trúc mạng PLC trong nhà

Một Outdoor System và tất cả các kết nối của nó tới các hệ thống Indoor System được gọi là một tế bào điện Power Cell.

Sự phân chia thành hai hệ thống tạo ra những thuận lợi về mặt kỹ thuật và phân quyền quản lý.

Về mặt kỹ thuật: cho phép cung cấp thông lượng cao hơn, sự chuyển tải thông tin trong nhà thuần khiết giống như kết nối giữa máy tính với máy in, không gây gánh nặng cho hệ thống Outdoor System. Bên cạnh đó hai hệ thống có thể được sắp xếp tối ưu cho các loại hình dịch vụ yêu cầu với tính chất khác nhau.

Về mặt quản lý: sự phân chia này mang lại sự tương thích với cách phân phối điện. Từ trạm biến áp tới điểm truy cập vào toà nhà thuộc quyền sở hữu và vận hành của bên điện còn mạng nội bộ trong nhà là trách nhiệm của người chủ nhà. Sự phân chia theo đường biên như vậy đem lại độ tin cậy và ngăn ngừa được sự cố dễ dàng.

Theo cấu trúc mạng PLC, các mạng LAN nhỏ được tạo ra. Mỗi mạng LAN này kết nối tới mạng trục bằng các luồng E1/T1 hoặc bằng giao diện ghép nối quang khi đó mỗi người sử dụng có được tốc độ truyền tin rất cao và các thiết bị khác nhau có thể cùng sử dụng đồng thời tại một thời điểm mà không thíêt bị nào bị ngắt.

1.3.2.Các thành phần trong mạng PLC

Hệ thống PLC gồm một số lượng nhỏ các thiết bị “Cắm và chạy” (plug and play) để xây dựng nên các giải pháp hệ thống hiệu quả. Các thiết bị PLC được sản xuất tuân theo các giao diện chuẩn công nghiệp nhằm dễ dàng kết nối với hệ thống truyền thông rộng lớn bên ngoài. Các thiết bị cơ bản của hệ thống PLC hiện nay gồm có:

Bộ đầu - cuối (HeadEnd - HE)

HE hay còn gọi là các trạm gốc (Base Station – BS) điều khiển hệ thống Outdoor System và kết nối của một tế bào điện Power cell tới mạng trục backbone. HE là một modem số tốc độ cao nhận tín hiệu từ đường trục backbone và thực hiện chức năng truyền nhận tin thông qua mạng điện lực.

Home Gateway – HG

Là cầu nối giữa hệ thống Outdoor và một hệ thống Indoor. Một Home Gateway cung cấp các ứng dụng LAN nội bộ trong nhà và đồng thời cải thiện điều kiện của kênh truyền tránh những nguyên nhân gây suy giảm tín hiệu.



Hình 1.7. Kết nối thông qua PLC Gateway

Thiết bị trong nhà của người dùng (CPE - Customer Premise Equipment)

Là modem có một card PLC gồm nhiều giao diện phù hợp để kết nối tới những ứng dụng khác của người dùng như máy tính, điện thoại cố định, điện thoại IP, fax v…v.

Các modem PLC phù hợp với truyền dữ liệu gói có định hướng giống như của mạng IP, lưu lượng thông tin đáp ứng yêu cầu của các dịch vụ thời gian thực như video hay VoIP, tốc độ truyền hiện nay đạt được 45 Mbps (trải phổ 10 Mhz), sử dụng kỹ thuật truyền dẫn đồng thời trên hai chiều và truyền thông theo phương thức điểm - đa điểm. Các thiết bị này cũng bao gồm một bộ công cụ phần mềm cho phép quản lý điện năng, giám sát chất lượng dịch vụ QoS, tỉ số tín trên tạp SNR...và có kích thước nhỏ gọn.

Các trạm lặp (repeater)

Trong trường hợp khoảng cách giữa các PLC Modem với các bộ đầu cuối là rất xa ta phải sử dụng các trạm lặp để truyền nhận tín hiệu.



Hình 1.8. Mô hình mạng PLC sử dụng các trạm lặp

HE quản lý truy nhập băng thông cao cho khoảng 254 HG hoặc CPE. Mỗi HG quản lý truy nhập cho khoảng 254 CPE. Tuỳ thuộc vào mạng lưới điện hạ thế đang tồn tại mà một HG được sử dụng như một bộ lặp repeater cho phép mở rộng mạng và cải thiện chất lượng truyền tin. Tất cả các thiết bị có thể thiết lập cấu hình và đo kiểm dễ dàng với dải tần số tương ứng của thiết bị đó.

1.3.3.Chức năng của hệ thống PLC

Một hệ thống truy nhập PLC hoàn chỉnh phải đảm bảo nhiều tiêu chí.

1.3.3.1.Cấp phát động dung lượng cho người dùng

Một hệ thống PLC là một môi trường chia sẻ tài nguyên, mang dữ liệu tới tất cả các người dùng. Sự truy nhập vào một kênh được quản lý bởi thiết bị PLC chủ. Thiết bị này cấp phát dung lượng động tới người dùng dựa vào đòi hỏi tức thời của họ, do đó mà thông lượng có thể đạt mức tối đa. Điều này được thực hiện bằng phương pháp truyền gói có định hướng.

1.3.3.2.Phân mức ưu tiên dữ liệu

Các thiết bị PLC phân mức độ ưu tiên cho dữ liệu thời gian thực, đảm bảo các dịch vụ như thoại và video là chất lượng khi truyền trên kênh PLC. Hệ thống PLC tự động phát hiện dữ liệu nào là mang tính thời gian thực và không yêu cầu thời gian thực dựa vào các giao thức. Các tín hiệu mang tính thời gian thực như thoại và video yêu cầu truyền dẫn với độ trễ nhỏ nhất còn các tín hiệu không yêu cầu thời gian thực như dữ liệu và chuyển file thì không quan tâm nhiều đến độ trễ.

1.3.4.Các giao diện tiêu chuẩn

Thiết bị PLC có các giao diện tuân theo các chuẩn giao tiếp viễn thông cho phép thiết bị kết nối dễ dàng tới người dùng đầu cuối và tới các thiết bị khác trên đường trục chính.

Các thiết bị PLC rất dễ dàng lắp đặt và sử dụng. Đối với người sử dụng cần truy cập Internet họ chỉ cần nối máy tính vào thiết bị CPE thông qua một cổng (cổng USB, cổng COM) hoặc qua cổng Ethernet của card mạng trên PC. Tương tự như vậy với các thiết bị khác sẽ kết nối thông qua các cổng tương thích khác.

1.3.5.Hệ thống hỗ trợ quản lý

Nhằm có được một mạng truyền tin chất lượng cao, hệ thống hỗ trợ quản lý được đặt lên hàng đầu. Hệ thống quản lý bao gồm:

Quản lý mạng và các phần tử mạng

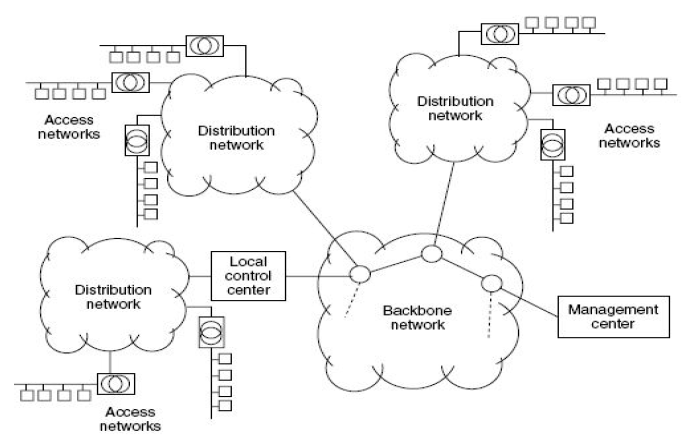
Quản lý dịch vụ

Quản lý cước

An ninh mạng

Hệ thống PLC có tất cả các đặc tính cần thiết thuận tiện để tự động giám sát và quản trị mạng. Các thiết bị PLC được quản lý dựa trên hai giao thức DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol), SNMP (Simple Network Managerment Protocol). Sự quản lý như vậy cho phép hợp nhất vào hệ thống quản lý mạng đơn giản, sự giám sát lưu thông dữ liệu và hệ thống một cách hiệu quả, xác định được lỗi nhanh chóng bởi các công cụ mạnh.

1.3.5.1.Quản lý mạng



Hình 1.9. Quản lý mạng truy nhập PLC

Giao thức SNMP là một chuẩn công nghệ để quản lý các thiết bị mạng như là bộ định tuyến, gateway, máy in, các thiết bị PLC. Hệ thống PLC là một hệ thống hoàn thiện, có cấu hình đầy đủ và thích ứng với các môi trường khác nhau. Có thể cấu hình dễ dàng từ xa thông qua giao thức điều khiển mạng đơn giản (SNMP). Các con chip PLC cung cấp tất cả các chuẩn giao thức cơ bản cho các lớp cao hơn (trong mô hình 7 lớp OSI).

Các thiết bị PLC có thể tự động cập nhật các tham số hoạt động ví dụ như địa chỉ IP, định danh V-LAN, số điện thoại từ host DHCP.

Hệ thống PLC cũng cung cấp các đặc tính giống như các đặc tính của SNMP chuẩn.

Đánh giá phần băng thông của từng người sử dụng.

Có sự hỗ trợ dựa trên dịch vụ (VBR, CBR, định vị dải thông..)

Người quản trị có thể điều khiển sự truy nhập của người dùng tới các tài nguyên mạng.

Bảo vệ danh sách đăng nhập người dùng.

1.3.5.2.Quản lý dịch vụ

Mục tiêu của hệ thống PLC là cung cấp cho thị trường hệ thống truyền thông tốc độ cao, đảm nhiệm việc điều khiển chất lượng dịch vụ (QoS) cho từng dịch vụ và từng người dùng cùng với khả năng quản lý mạng một cách hoàn thiện.

Thông lượng

Độ trễ

Tốc độ gói tin và tỉ lệ lỗi bit

Đáp ứng tần số

Tỉ số tín trên tạp SNR của kênh truyền.

1.3.5.3.An ninh mạng

PLC là một dạng môi trường chia sẻ tài nguyên. Nhiều người dùng có thể cùng truy cập ở cùng một thời điểm do vậy điều cần thiết là phải bảo đảm bí mật thông tin cho luồng dữ liệu của từng cá nhân. Hệ thống PLC sử dụng công nghệ V-LAN tuân theo chuẩn IEEE 802.1Q cho phép dữ liệu của một người sử dụng có thể tách riêng từ luông dữ liệu. Kết quả là dữ liệu của người đó được bảo vệ an toàn. Để thực hiện mục tiêu này, hệ quản trị mạng khai báo mỗi một người dùng là duy nhất và là riêng biệt trên VLAN.

Hệ thống PLC có thể truy nhập hợp pháp từ bất kỳ ổ cắm điện nào do đó việc đảm bảo an toàn cho dữ liệu tránh những sự nghe lén bất hợp pháp là rất quan trọng. Để có thể đảm bảo độ an toàn cao cho dữ liệu truyền trên mạng, hệ thống PLC sử dụng thuật toán mã hoá RC4 kết hợp với từ khoá Diffie-Hellman tạo ra độ bảo mật cao tránh được nghe trộm.

1.3.6.Các mô hình kết nối mạng

Việc kết nối mạng truy nhập PLC đến mạng lõi (backbone) có thể thực hiện bằng nhiều hình thức

Sử dụng mạng quang hoặc mạng cáp có sẵn

Sử dụng các mạng truy nhập không dây

Ứng dụng mạng truy nhập PLC trên đường tải trung thế

Các mô hình kết nối truy nhập đến mạng lõi

Mô hình mạng hình sao

Mô hình mạng hình Bus

Mô hình mạng vòng Ring



a.Mô hình kết nối dạng Bus



b.Mô hình kết nối dạng sao



c.Mô hình kết nối dạng vòng Ring

Hình 1.10. Các mô hình kết nối mạng

1.4.Phân loại hệ thống PLC

1.4.1.Mạng băng hẹp

PLC băng hẹp hoạt động trong băng tần theo quy định của CENELEC

Bảng 1.1. Băng tần sử dụng theo tiêu chuẩn Châu Âu (CENELEC)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Băng | Dải tần số (kHz) | Mức logic lớn nhất | Phạm vi ứng dụng |
| A | 9 – 95 | 10 V | Dịch vụ |
| B | 95 – 125 | 1.2 V | Trong nhà |
| C | 125 – 140 | 1.2 V | Trong nhà |

PLC băng hẹp ứng dụng trong các lĩnh vực liên quan đến quản lý điện năng (Bảo vệ khoảng cách, truyền dữ liệu đo đếm công tơ, quản lý công suât…) và tự động hoá trong gia dụng (Điều khiển các thiết bị điện như đèn chiếu sáng, điều hoà, cửa …, giám sát an ninh như cảnh báo khói, đột nhập…). Khoảng cách tối đa giữa hai modem PLC khoảng 1km với các ứng dụng gia dụng và 100km với quản lý điện năng (sử dụng các máy thu phát công suất cao từ 10-80W).



Hình 1.11. Ứng dụng PLC băng hẹp

PLC băng hẹp sử dụng kỹ thuật điều chế ASK, BPSK, FSK và OFDM. Tuy nhiên, kỹ thuật điều

chế khoá dịch biên FSK được sử dụng phổ biến hơn cả.

1.4.2.Mạng băng rộng

PLC băng rộng có khả năng truyền dữ liệu lên đến 2Mbps khi sử dụng lưới điện trung và hạ thế (outdoor), và 12Mbps khi sử dụng lưới điện trong nhà. Một số nhà sản xuất đã phát triển được những thiết bị có khả năng truyền dữ liệu lên đến 40Mbps. Do vậy, ứng dụng của PLC băng rộng là cung cấp các giải pháp truy nhập kết nối các mạng LAN giữa các toà nhà, kết nối các trạm thu phát vô tuyến với mạng đường trục. Trái với PLC băng hẹp, hiện chưa có tiêu chuẩn chung cụ thể nào cho PLC băng rộng.

Gần đây, rất nhiều quốc gia trong đó có Nhật đã bắt đầu cân nhắc đến việc mở rộng dải tần hoạt động cho PLC, dải tần đề xuất lên tới 30 Mhz. Tại Châu Âu, ETSI đã xác định kế hoạch phân bố băng tần từ 1,6 Mhz đến 10 Mhz được ấn định dành riêng (hoặc ưu tiên) cho truy nhập nội hạt, dải tần từ 10 Mhz đến 30 Mhz được ưu tiên dành cho ứng dụng mạng gia đình (in-house).

Gần đây đã có một số công ty tung ra thị trường các sản phẩm thương mại cho phép truyền thông với tốc độ 45 Mbps. Các hệ thống PLC hoạt động ở dải tần đến 30 Mhz được xem xét như là hệ thống PLC băng rộng.

1.5. Ưu nhược điểm của mạng PLC

1.5.1. Ưu điểm

Truyền thông tin trên đường dây điện lực có nhiều ưu điểm như:

Mạng lưới điện có mặt ở hầu khắp mọi nơi.

Mạng điện hạ thế có thể được dùng để thiết lập một cơ sở hạ tầng mạng sẵn có cho hàng triệu khách hàng, doanh nghiệp riêng biệt trên toàn thế giới, có đường dẫn tới tận các ổ cắm điện phục vụ cho cả thiết bị gia đình và thiết bị điện công nghiệp.

PLC có thể cung cấp khả năng truy nhập tốc độ cao, tốc độ truyền thông đã đạt tới hành trăm Mb/s.

Mạng lưới đường dây điện đã được xây dựng nên có lợi thế về chi phí đầu tư cơ bản, cơ sở hạ tầng đường dây điện đã có sẵn, nên nó có thể cho phép cạnh tranh với giá rẻ hơn các kỹ thuật truy nhập viễn thông nội vùng khác (thường yêu cầu vốn đầu tư cơ bản lớn).

1.5.2. Nhược điểm

Đường dây điện được ra đời phục vụ cho việc truyền năng lượng điện chứ không nhằm mục đích truyền thông tin. Khi đưa thông tin truyền trên đó, ta sẽ gặp phải rất nhiều yếu tố gây nhiễu cho tín hiệu

Thực tế đường dây điện lực là một môi trường truyền thông rất nhạy cảm, các đặc tính của kênh thay đổi theo thời gian tuỳ thuộc vào tải và vị trí, cho đến nay các đặc tính cụ thể của kênh vẫn là những vấn đề được nghiên cứu nhằm đưa ra các giải pháp xử lý hiệu quả.

1.6. Nhiễu và các yếu tố ảnh hưởng đến mạng PLC

Nhiễu trên đường dây điện có thể quy về 4 loại sau:

Nhiễu nền (Background noise),

Nhiễu xung ( Impulse noise),

Nhiễu băng hẹp (Narrow band noise),

Nhiễu họa âm (Harmonic noise).

Khi truyền tín hiệu trên đường dây điện lực, đường dây giống như một anten lớn nhận các nhiễu và phát xạ tín hiệu. Khi sử dụng cho ứng dụng truyền thông tin, quá trình phát xạ cần được xem xét thận  trọng . Nhiễu và phát xạ từ đường dây trong nhà các hộ dân cư là một vấn đề cần được chú ý khắc phục bởi nếu các đường dây này không được bọc bảo vệ tốt thì sẽ phát xạ mạnh gây ảnh hưởng đáng kể. Một giải pháp khắc phục là sử dụng các bộ lọc chặn tín hiệu truyền thông.

Mặt khác mọi hệ thống truyền thông luôn cố gắng để đạt được phối hợp trở kháng tốt, nhưng mạng đường dây điện lực chưa thích nghi được với vấn đề này vì trở kháng đầu vào (hay đầu ra) thay đổi theo thời gian đối với tải và vị trí khác nhau, nó có thể thấp cỡ mW hay cao tới hàng nghìn W, và thấp một cách đặc biệt tại các trạm con. Một số trở kháng không phối hợp khác có thể xuất hiện trên đường dây điện lực (ví dụ do các hộp cáp không phối hợp trở kháng với cáp), và vì vậy suy giảm tín hiệu càng lớn hơn.

SNR là một tham số quan trọng để đánh giá hiệu năng của hệ thống truyền thông:

SNR = công suất thu được/công suất nhiễu

SNR càng cao thì truyền thông càng tốt.

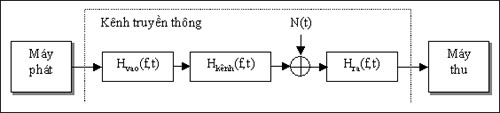
Công suất nhiễu trên đường dây điện lực là tập hợp tất cả các nhiễu loạn khác nhau thâm nhập vào đường dây và vào máy thu. Các tải được kết nối vào mạng như ti vi, máy tính, máy hút bụi… phát nhiễu và truyền bá qua đường dây điện; các hệ thống truyền thông khác cũng có thể đưa thêm nhiễu vào máy thu.

Khi tín hiệu được truyền từ máy phát đến máy thu, công suất tín hiệu sẽ bị suy hao, nếu suy hao quá lớn thì công suất thu sẽ rất nhỏ và máy thu không tách ra được. Suy hao trên đường dây điện lực rất cao (lên tới 100 dB) làm hạn chế khoảng cách truyền dẫn. Một giải pháp là sử dụng các bộ lặp đặt tại các hộp cáp để tăng chiều dài truyền thông.

Để cải thiện tỷ số SNR, ta cũng có thể sử dụng các bộ lọc đặt tại mỗi hộ dân, nhưng chi phí cho việc này sẽ rất cao.

Đường dây điện lực được xem như một môi trường rất nhạy cảm với nhiễu và suy hao, tuy nhiên các tham số này luôn tồn tại và cũng là những vấn đề luôn cần quan tâm trong mọi hệ thống truyền thông đang sử dụng hiện nay.

Mô hình truyền thông đường dây điện lực với các tham số (trở kháng không phối hợp, suy hao, nhiễu) thay đổi theo thời gian được trình bày trong hình 3. Mọi yếu tố gây suy giảm ngoại trừ nhiễu  được chỉ ra như những bộ lọc tuyến tính thay đổi theo thời gian với đặc trưng là đáp ứng tần số của nó.



Hình 1.12. Các yếu tố gây suy giảm trên kênh đường dây điện lực

Hàm truyền đạt và nhiễu được ước tính thông qua các số liệu đo và phân tích lý thuyết. Một vấn đề phức tạp của kênh đường dây điện lực là sự thay đổi theo thời gian của các yếu tố ảnh hưởng. Mức nhiễu và suy hao phụ thuộc cục bộ vào các tải được kết nối, mà chúng lại thay đổi theo thời gian. Dẫn tới trạng thái của kênh cũng thay đổi theo thời gian, gây khó khăn cho việc thiết kế hệ thống. Một giải pháp được đưa ra là làm cho hệ thống truyền thông thích nghi với trạng thái thay đổi theo thời gian của kênh truyền, tuy nhiên chi phí cho giải pháp  này cũng khá cao. Thực tế đường dây điện lực là một môi trường truyền thông rất nhạy cảm, các đặc tính của kênh thay đổi theo thời gian tuỳ thuộc vào tải và vị trí, cho đến nay các đặc tính cụ thể của kênh vẫn là những vấn đề được nghiên cứu nhằm đưa ra các giải pháp xử lý hiệu quả.

Đường dây truyền tải điện không phải được thiết kế để dành cho truyền dữ liệu, do đó có rất nhiều vấn đề cần được khắc phục. Công suất nhiễu trên đường dây điện lực là tập hợp tất cả các nhiễu loạn khác nhau thâm nhập vào đường dây và vào máy thu. Các tải được kết nối vào mạng như ti vi, máy tính, máy hút bụi… phát nhiễu và truyền bá qua đường dây điện; các hệ thống truyền thông khác cũng có thể đưa thêm nhiễu vào máy thu.

1.7.Xu hướng phát triển

Công nghệ PLC tạo thêm một khả năng mới để mạng lưới đường dây điện trở thành một thành phần trong cơ sở hạ tầng thông tin, cùng với các công nghệ khác như thông tin quang, truyền hình cáp, vệ tinh, xDSL...

Từ các ứng dụng ban đầu như đo lường từ xa, quản lý điều khiển và phân phối tự động từ xa, hiện nay các dịch vụ viễn thông dựa trên kỹ thuật PLC như điện thoại, truy nhập Internet, truyền thoại và video trên đường dây điện lực đã phát triển. Mặc dù vẫn còn một số vấn đề cần tiếp tục xem xét xử lý bởi đường dây điện lực là một môi trường truyền thông rất nhạy cảm, việc tích hợp kỹ thuật thông tin vào các hệ thống năng lượng là một hướng đi mới đối với sự phát triển chung của cơ sở hạ tầng xã hội. Cùng với các công nghệ viễn thông khác như thông tin quang, truyền hình cáp, xDSL... công nghệ PLC đã tạo thêm  một khả năng lựa chọn mới cho người sử dụng. Trong tương lai sự kết hợp của PLC và các công nghệ thông tin - viễn thông khác sẽ có khả năng cung cấp nhiều dịch vụ giá trị gia tăng, mở ra nhiều cơ hội cho các ứng dụng và dịch vụ mới góp phần phát triển cơ sở hạ tầng thông tin và truyền thông.

Khả năng đáp ứng đa dịch vụ: Mạng phải thiết kế cho phép PLC có khả năng truy cập Internet tốc độ cao, Voice Over IP, và tương lai có khả năng cung cấp các dịch vụ giá trị gia tăng như SIP, VLAN, IP-PBX….

Khả năng mở rộng: Mạng phải có khả năng phát triển và mở rộng trên cơ sở khách hàng, kết quả đánh giá đầu tư và nhằm giảm rủi ro trong quá trình nâng cấp mạng.

Dễ dàng mở rộng lên băng thông cao hơn: Mạng phải có khả năng cho phép mở rộng từ băng thông hiện tại lên băng thông cao hơn trong tương lai mà không cần nâng cấp mạng.

Tương thích với các công nghệ mạng khác: Mạng phải có khả năng cho phép triển khai song song với các công nghệ mạng khác như Wireless Local Loop, cáp quang, xDSL….

Triển khai ở các vùng đô thị và các vùng nông thôn: Mạng được thiết kế phải có khả năng hỗ trợ triển khai PLC ở cả vùng đô thị lẫn các vùng nông thôn với giá thành hợp lý và nhanh chóng chiếm lĩnh thị trường.