

Lời Mở đầu

Truyền thông thông tin ngày càng trở nên quan trọng trong đời sống hàng ngày. Việc sử dụng một máy tính để hoàn thành một công việc hay kết nối Internet đã trở thành phổ biến, thường xuyên. Sử dụng hệ thống mạng trong nhà có dây hoặc không dây sẽ giúp việc chia sẻ truy cập băng thông rộng của các máy tính trở nên dễ dàng và thuận tiện hơn cùng với sự phổ biến của dịch vụ truy cập băng thông rộng, số lượng máy tính trong các gia đình cũng như sự tăng trưởng về số hộ gia đình sử dụng.

Thông tin, dữ liệu được chuyển đổi sang dạng tín hiệu điện hoặc tín hiệu quang để truyền trên kênh truyền. Có rất nhiều loại phương tiện truyền dẫn, đơn cử ở đây có thể là cáp xoắn đôi, cáp đồng trục, dây mạng, cáp quang, thậm chí môi trường tự do cũng có thể là một phương tiện truyền tín hiệu. Quá trình xây dựng, lắp đặt hệ thống mạng trong nhà cần được nghiên cứu, tính toán đo đạc các loại phương tiện truyền dẫn được sử dụng để đảm bảo hiệu quả tối ưu chất lượng và kinh tế.

Trong chương trình đào tạo của ngành điện tử viễn thông trường đại học dân lập Hải Phòng tất cả các loại hình phương tiện truyền dẫn này đều được giới thiệu, phân tích. Tuy nhiên, việc nghiên cứu sâu, cụ thể hơn về một đại lượng của kênh truyền trên từng loại phương tiện truyền dẫn như là dung năng kênh lại không được đề cập chi tiết.

Dung năng kênh là một trong số các đại lượng đặc trưng cho kênh truyền, mô tả chi tiết khả năng truyền tải thông tin của kênh truyền đó. Trong đề tài nghiên cứu này, em tập trung nghiên cứu, phân tích, đánh giá dung năng kênh của từng loại kênh truyền là cáp xoắn và cáp đồng trục. Các thiết bị đo và đánh giá dung năng kênh khá đắt tiền và để thiết lập được các bài tập đo dung năng kênh hoàn toàn không đơn giản, vì vậy thông qua những phân tích, đánh giá, phương trình dung năng kênh, em sẽ xây dựng các chương trình mô phỏng để tính toán dung năng kênh trong một số điều kiện cụ thể, loại môi trường cụ thể. Sử dụng những chương trình này, sinh viên trường có thể hiểu sâu thêm về khái

niệm cũng như khả năng, cách thức truyền của từng loại hình kênh, nhờ đó có thể vận dụng vào thực tế cũng như hiểu sâu thêm về khối kiến thức kênh truyền, một trong số những phần kiến thức quan trọng của ngành điện tử viễn thông.

Nội dung đồ án gồm 4 chương:

Chương 1: Tổng quan về hệ thống mạng trong nhà

Chương này trình bày về môi trường trong nhà của một ngôi nhà hiện đại và các phương tiện truyền thông hiện có.

Chương 2: Cấp xoắn đôi

Chương này trình bày đặc điểm, các tham số cơ bản và các mô hình nhiễu của cáp xoắn đôi từ đó tính dung năng kênh.

Chương 3: Cấp đồng trục

Chương này trình bày đặc điểm, các tham số cơ bản và các mô hình nhiễu của cáp đồng trục từ đó tính dung năng kênh.

Chương 4: Kết quả mô phỏng

Chương này trình bày kết quả mô phỏng khảo sát dung năng kênh.

Trong quá trình làm đề tài, em đã cố gắng rất nhiều song do một vài hạn chế nên không tránh khỏi những thiếu sót, sai lầm. Em rất mong nhận được sự góp ý, hướng dẫn, giúp đỡ của thầy cô và bạn bè.

Em xin chân thành cảm ơn sự hướng dẫn, giúp đỡ tận tình của thầy Trần Hữu Trung cùng các thầy cô trong khoa Điện tử Viễn thông để em hoàn thành đề tài tốt nghiệp này.

Hải Phòng, ngày.....tháng..... năm 2010

Sinh viên thực hiện

Vũ Đình Bình

Chương 1

TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG MẠNG TRONG NHÀ

1.1. Môi trường trong nhà

Trong nhà các phòng được tách biệt nhau bởi các bức tường và được thông với nhau qua các cánh cửa. Điện, điện thoại, truyền hình cáp, thiết bị phát hiện khói là những điển hình được đặt ngầm trong các bức tường trong quá trình xây dựng nhà ở. Hiện tại hệ thống đường dây ngầm này được nối với mạng lưới dịch vụ bên ngoài từ 1 điểm của công vào, thường nằm trên 1 mặt của tầng 1 hoặc tầng hầm, 1 vài nhánh dây điện được nối với đầu ra hoặc chốt cắm trên tường ở các phòng khác nhau thông qua toàn bộ ngôi nhà. Chiều dài mỗi nhánh dây phụ thuộc kích thước của ngôi nhà, thường ngắn hơn 300m. Đường điện đưa vào nhà thường là 1 pha mát và hai pha lửa. Kết thúc tại 1 bảng phân phối bên trong nhà và được nối với dây điện ngầm qua bộ tự ngắt. Một đường dây nối đất cũng được đưa vào bảng phân phối. Mỗi đường điện ở đầu ra trên tường được nối với 1 dây lửa, 1 dây trung tính và 1 dây nối đất để bảo vệ an toàn. Mạng dịch vụ điện thoại được nối với đường dây điện thoại ngầm ở giá đầu dây đặt bên ngoài ngôi nhà. Đường dây điện thoại ngầm có thể có 2 cặp, 4 cặp hoặc nhiều hơn. Một số các ngôi nhà mới hơn là dây cáp 5 cặp xoắn, mà mọi điện thoại được nối đến một điểm trung tâm.

Để chăm sóc tốt cho ngôi nhà ở hiện tại cũng như tương lai thì ngành điện thoại, mạng dữ liệu và giải trí cần phải cải thiện hơn nữa, cấu trúc dây đã được phát triển đúng với thực tế cho việc kết nối ngôi nhà. Mạng lưới thông tin liên lạc bên ngoài, như điện thoại hay DSL, và các nguồn giải trí, như truyền hình cáp hay truyền hình vệ tinh đã được giới hạn trong 1 bảng phân phối trung tâm và gửi qua ngôi nhà bằng cấu trúc dây làm bằng cáp 5 cặp xoắn phục vụ cho ngành điện thoại và kết nối dữ liệu và đơn hoặc đôi cáp đồng trục phục vụ cho dịch vụ giải trí. Một trong đôi cáp đồng trục này được dùng để phân phối lại các

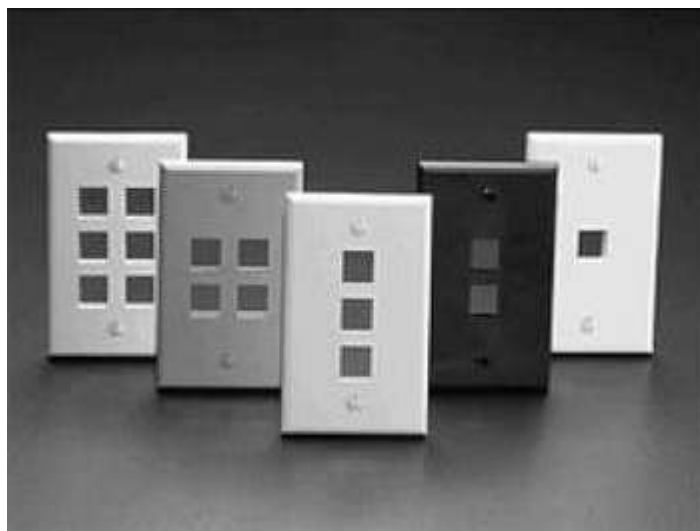
HỆ THỐNG MẠNG TRONG NHÀ

nguồn dịch vụ giải trí gia đình như 1 đầu DVD cho những phòng khác. Một bộ chia tách nhiều đầu vào và nhiều đầu ra được xây dựng sẵn để kết nối các cáp đồng trục. Một trung tâm Ethernet hoặc một bộ định tuyến nhà cũng có thể được đặt vào bên trong bảng phân phối. Đôi khi, âm thanh stereo và tín hiệu điều khiển từ xa cũng được truyền qua suốt ngôi nhà bằng các đường dây nối thêm. Hình 1.1 cho thấy 1 giá đấu dây trung tâm với 2 đường điện thoại, 4 ổ cắm tường điện thoại, 1 trung tâm Ethernet cho 4 cổng kết nối và cáp đồng trục kết nối với truyền hình cáp.



Hình 1.1 Bảng trung tâm phân phối cho cấu trúc dây

Chốt cắm của điện thoại, dữ liệu và tín hiệu truyền hình có thể đặt trên cùng một Wallplace. Hình 1.2 cho thấy một số khả năng khác nhau của Wallplace như một số đầu ra và chốt cắm tường. Modul điện thoại (RJ – 11), Ethernet (RJ – 45), cáp đồng trục, RCA (cho âm thanh) và phích cắm S-video như trong hình 1.3, có thể được gắn vào trong khe hở của tường từ phía sau.



Hình 1.2 Wall place



Hình 1.3. Chốt chèn vào Wall place

Việc lắp đặt hệ thống cáp như thế này phù hợp hơn với các ngôi nhà mới. Bởi vì chi phí cho lắp đặt thiết bị mới hệ của thông này cho ngôi nhà xây sẵn khi xuyên tường có thể quá cao. Sử dụng sóng vô tuyến có thể là một giải pháp tốt cho các ngôi nhà đã xây dựng sẵn. Việc sử dụng sóng vô tuyến trong không gian nhà ở phải tuân theo các quy định của chính phủ để tránh gây ảnh hưởng đến các hệ thống thông tin liên lạc khác. Sóng vô tuyến có thể xuyên qua tường và trần nhà với lượng tín hiệu suy giảm đi 3dB. Kinh nghiệm cho thấy sóng vô tuyến giảm đi 6dB khi khoảng cách tăng gấp đôi. Tham khảo cho thấy tín hiệu giảm đi khoảng 42dB, 50dB và 57dB ở khoảng cách 30m so với nguồn với băng tần sóng vô tuyến lần lượt là 900MHz, 2,4GHz và 5,7GHz. Trong môi trường nhà ở, 1 sóng vô tuyến có thể đến 1 điểm thông qua nhiều con đường khác nhau: trực

tiếp, xuyên qua hoặc phản xạ. Sóng vô tuyến đến thông qua nhiều con đường khác nhau để tạo thành tín hiệu tổng. Chúng cộng hoặc trừ một phần phụ thuộc vào sự sai pha, và đây là nguyên nhân của hiện tượng thay đổi tín hiệu một cách đáng kể: hiện tượng fading. Sóng vô tuyến có thể xuyên hầu hết các loại vật liệu ngoại trừ vữa trát có chứa 1 lưới kim loại. Nói cách khác, sóng vô tuyến có thể bao phủ trong nội bộ ngôi nhà thông thường.

1.2. Phương tiện truyền thông hiện có.

Bob Metcalfe và các đồng nghiệp Xerox PARC (Trung tâm nghiên cứu Palo Alto) đã phát triển Ethernet vào cuối năm 1972 để kết nối bàn làm việc cá nhân của từng người. Tiêu chuẩn IEEE phiên bản đầu tiên của cặp xoắn đôi Ethernet cơ bản, 10Base-T đã được ban hành trong năm 1990. 10Base-T có một tỷ lệ truyền dữ liệu là 10Megabits/giây (10Mbps) trên hai cặp của cáp 3 cặp xoắn đôi hay 5 cặp xoắn đôi. Phiên bản 100Mbps đầu tiên của cáp xoắn đôi Ethernet cơ bản, 100BaseTX, được chuẩn hóa trong năm 1995. Ethernet 10/100 chỉ sử dụng 2 cặp của cáp 5 cặp xoắn đôi. Loại 5 cặp thường kết thúc với 1 đầu ra RJ – 45 trên tường. Đầu cắm RJ – 11 của đường điện thoại có thể được đặt chung vào đầu ra RJ – 45 chỉ kết nối cho 4 ghim giữa. Hai ghim giữa của phích cắm RJ – 11 thường được sử dụng bởi 1 đường dây điện thoại. Mặt khác, hai ghim giữa của phích cắm RJ – 45 không được Ethernet 10/100 sử dụng. Vì vậy một hệ thống mạng hiện đại có thể bao gồm cả điện thoại, mạng dữ liệu, dịch vụ giải trí cho ngôi nhà tiêu biểu.

Lý thuyết về kỹ thuật truyền dẫn theo chuẩn HomePNA (Home Phoneline Networking Alliance) dùng để kết nối các máy tính trong nhà với đầu ra điện thoại trên tường. Hệ thống Tut và Epigram đã tìm được cách truyền tải trên đường dây điện thoại một cách dễ dàng để áp dụng thêm cho các công nghệ máy thu phát. Hệ thống Pulse Position Modulation (PPM) đã được chọn trong đầu năm 1999 là HomePNA 1.0 với tốc độ truyền tải dòng mã khoảng 1Mbps. Epigram của QAM đã được chọn vào cuối năm 1999 như là tiêu chuẩn cho HomePNA 2.0 với tốc độ truyền tải dòng mã lên tới 10Mbps. Bằng cách nhân

đôi cơ chế HomePNA 1.0, HomePNA 2.0 cũng tương thích ngược lại. Mới đây nhất, HomePNA 3.0 đã được xác nhận dựa trên các đề xuất từ Broadcom và Coppergate Communications.

Tiêu chuẩn IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) 1394 cũng được biết đến như là FireWire hay iLink có thể dùng để kết nối các máy tính với các thiết bị điện tử của người tiêu dùng đặc biệt là kết nối các đoạn video kỹ thuật số. Tên FireWire đã được đặt ra đầy sáng tạo bởi công ty máy tính Apple. Tên iLink được sử dụng trên các sản phẩm của SONY. IEEE 1394 theo công nghệ Bus được thiết kế để xử lý cho việc truyền cả các gói không đồng bộ (như dữ liệu) và đồng bộ (như video). Phiên bản đầu tiên của công nghệ 1394 này có khả năng truyền tải lên tới 100, 200 và 400Mbps trên 1 cặp dây cáp xoắn dài 4.5m được bao bọc đặc biệt. Tiêu chuẩn 1394b mới, được phát hành trong năm 2001, làm theo công nghệ FireWire chạy nhanh hơn và đi xa hơn. Tín hiệu 1394b có thể được mang trên 1 đoạn cáp bọc xoắn có chiều dài lên tới 100m đạt tốc độ 100Mbps. Chốt cắm FireWire có thể tìm được trên một số PC, tất cả iMAC, một vài máy ảnh kỹ thuật số (KTS) và tất cả các máy quay KTS. Công nghệ FireWire tạo ra 1 tiềm năng rất lớn cho các ứng dụng mạng gia đình bởi nó có thể mang theo nhiều tín hiệu ở tốc độ cao.

Một hệ thống mạng trong nhà cũng có thể được thiết lập bằng cách dùng các đường dây điện ngầm và các chốt cắm tường. Có 3 hệ thống chủ yếu dựa trên đường dây điện có sẵn là: X – 10, CEBus và gần đây nhất là HomePlug. X – 10 được trang bị cho đèn chiếu sáng, công tắc bấm và các bộ điều khiển. CEBus (Consumer Electronic Bus), với tốc độ 10 kilobytes/giây (kbps), là một tiêu chuẩn công nghiệp dành cho ngôi nhà tự động và các ứng dụng về thông tin giải trí. Các đường dây điện dựa trên lớp vật lý của CEBus tìm được ứng dụng hiệu quả trong các tòa nhà trung tâm thương mại. Hệ thống Intellon có tốc độ 10Mbps đã được chọn là cơ sở cho công nghệ HomePlug vào ngày

5/6/2000. Các đặc điểm kỹ thuật tương ứng sau đó đã được phát hành vào ngày 26/6/2001.

Wireless Ethernet là tên đặt cho hệ thống truyền tải theo tiêu chuẩn IEEE 802.11. Có nhiều phiên bản khác nhau của Wireless Ethernet được xác định theo các phần tương ứng của tiêu chuẩn IEEE 802.11. Ban đầu các phiên bản Wireless Ethernet dựa trên công nghệ trải phổ ở băng tần ISM 2.4GHz. Hai phiên bản đầu tiên của Wireless Ethernet được phát hành trong tháng 6/1997 là Frequency-Hopping Spread Spectrum (FHSS) and Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS). Chúng có khả năng truyền với tốc độ 1 hay 2 Mbps. Tiêu chuẩn IEEE 802.11b với việc mở rộng tốc độ lên 5.5 và 11 Mbps cho Wireless Ethernet DSSS ở băng tần ISM 2.4GHz đã được phát hành vào cuối năm 1999. Ngày nay, hầu hết các sản phẩm Wireless Ethernet tuân theo tiêu chuẩn IEEE 802.11b có khả năng tương thích với phiên bản DSSS gốc. Tiêu chuẩn IEEE 802.11a cho Wireless Ethernet Orthogonal Frequency Division Multiplex (OFDM) cũng được phát hành trong năm 1999. Bản Wireless Ethernet OFDM gốc hoạt động ở băng tần ISM 5GHz và có tốc độ truyền là 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 và 54 Mbps. Mới đây nhất, kỹ thuật truyền dẫn OFDM đã được điều chỉnh cho phù hợp với băng tần ISM 2.4GHz và kết quả là tiêu chuẩn IEEE 802.11g ra đời.

Bảng 1.1 tóm tắt các công nghệ mạng trong nhà được đề cập trước đây bao gồm các đặc tính truyền tải và thời gian tồn tại như một tham khảo nhanh để so sánh. Đặc tính truyền tải của mỗi công nghệ gồm tốc độ truyền, phương tiện truyền, khoảng cách truyền. Phương tiện truyền tải có thể là cáp xoắn đôi không bọc (UTP), dây điện thoại, cáp xoắn đôi có bọc (STP), sợi lai cáp quang (POF) dây điện, sóng vô tuyến. Khoảng cách có thể được đo bằng mét hoặc đề cập đến toàn bộ ngôi nhà (Whole House).

HỆ THỐNG MẠNG TRONG NHÀ

Type	Rate (Mbps)	Medium	Coverage	Int.	1999	2000	2001	2002
10BaseT	10	UTP	100 m	1990	Avail	Avail	Avail	Avail
100BaseTX	100	UTP	100 m	1995	Hot	Avail	Avail	Avail
HomePNA 1.0	10	Telephone Wiring	Whole House	1999		Avail	Limit	Limit
HomePNA 2.0	10	Telephone Wiring	Whole House	1999		Avail	Hot	Limit
HomePNA 3.0	100	Telephone Wiring		2002				
1394	100, 200, 400	STP	3.5 m	1995	Avail	Avail	Hot	Avail
1394b	..., 800, 1600	UTP, STP, POF	4.5, 50, 100 m	2001				Avail
X – 10	60 bps	Electrical Wiring	Whole House	1979	Avail	Avail	Avail	Avail
CEBus	0.01	Electrical Wiring	Whole House	1991	Limit	Limit	Limit	Limit
HomePlug	10	Electrical Wiring	Whole House	2001				Avail
802.11 FHSS	1, 2	2.4 GHz RF	Whole House	1997	Avail	Avail	Avail	Limit
802.11 DSSS	1, 2	2.4 GHz RF	90, 75 m	1997	Avail	Avail	Avail	Limit
802.11b	5.5, 11	2.4 GHz RF	60, 35 m	1999		Avail	Avail	Hot
802.11a	Up to 54	5 GHz RF	Whole House	1999				Avail
HomeRF 1.0	1, 2	2.4 GHz RF	Whole House	1999	Avail	Hot	Avail	
HomeRF 2.0	5, 10	2.4 GHz	Whole House	2001				

Bảng 1.1 So sánh công nghệ Home network

Chương 2

CÁP XOẮN ĐÔI

2.1. Các đặc điểm của cáp xoắn đôi

Cáp xoắn đôi bao gồm dây đồng có đường kính nhỏ, thường nhỏ hơn 0.1 inch cho điện thoại, dây ngầm trong nhà, ứng dụng văn phòng. Trong lớp vỏ nhựa bảo vệ, có rất nhiều dây đồng xoắn đôi được cách điện với nhau theo từng cặp. Hai dây trong cùng một cặp xoắn chặt với nhau trong cùng điều kiện vật lý. Do đó, việc bức xạ Sóng vô tuyến và ảnh hưởng của nhiễu được giảm thiểu khi tín hiệu được truyền qua đó. Hơn nữa, mỗi cặp xoắn có góc xoắn riêng để giảm thiểu nhiễu xuyên âm từ các cặp xoắn khác. Chất lượng của một dây cáp xoắn đôi được xác định bởi chất lượng của vật liệu cách điện, độ kín và độ chính xác của xoắn, và đường kính của các dây đồng.

Kích thước của dây đồng được tính theo đơn vị AWG (American Wire Gauge). Các kích thước phổ biến của cáp xoắn đôi thường là 19, 22, 24 và 26 AWG. Bảng 2.1 quy đổi giữa AWG với đơn vị Anh là mil tương đương 0,001inch và đơn vị quốc tế là mm. Ví dụ như cáp xoắn đôi cỡ 24 và 26 AWG tương ứng với 0.4 và 0.5mm.

AWG	mil	mm	AWG	mil	mm	AWG	mil	mm
11	90.741	2.3048	21	28.462	0.7229	31	8.9276	0.2268
12	80.807	2.0525	22	25.346	0.6438	32	7.9503	0.2019
13	71.961	1.8278	23	22.572	0.5733	33	7.0799	0.1798
14	64.083	1.6277	24	20.101	0.5106	34	6.3048	0.1601
15	57.067	1.4495	25	17.900	0.4547	35	5.6146	0.1426
16	50.820	1.2908	26	15.940	0.4049	36	5.0000	0.1270

HỆ THỐNG MẠNG TRONG NHÀ

17	45.257	1.1495	27	14.195	0.3606	37	4.4526	0.1131
18	40.302	1.0237	28	12.641	0.3211	38	3.9652	0.1007
19	35.890	0.9116	29	11.257	0.2859	39	3.5311	0.0897
20	31.961	0.8118	30	10.025	0.2546	40	3.1445	0.0799

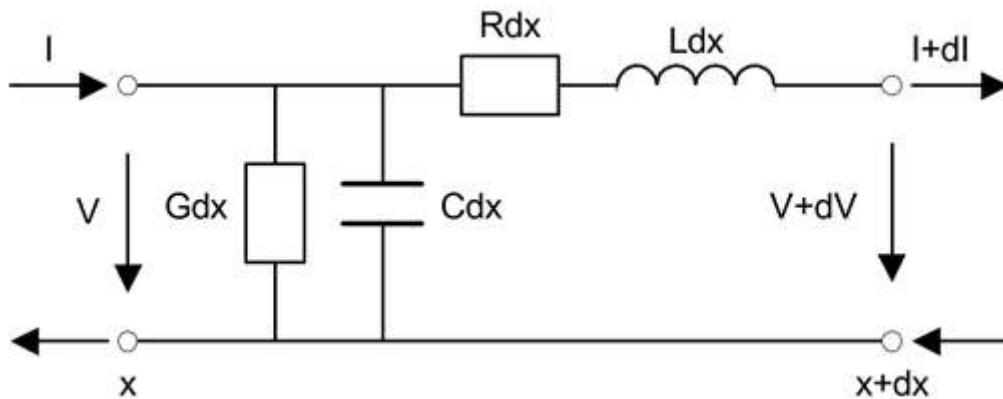
Bảng 2.1 Sự tương đương của AWG

Cáp xoắn đôi dùng cho văn phòng chủ yếu là để kết nối các máy tính qua Ethernet 10BaseT hay 100BaseTX. Loại cáp xoắn đôi thường dùng cho văn phòng là loại cáp 3 cặp xoắn hoặc 5 cặp xoắn. Các đặc tính truyền dẫn của cáp loại 5 tốt hơn cáp loại 3. Cũng có loại cáp 4 cặp xoắn với chất lượng truyền dẫn nằm trong khoảng giữa hai loại trên. Những thông số chi tiết về các loại cáp cũng như hướng dẫn cài đặt nằm trong tài liệu chuẩn TIA/EIA-568A và TIA/EIA-568B. Chất lượng truyền dẫn của cáp xoắn đôi thường được xác định bởi sự suy giảm tần số 10MHz. Ở tần số đặc biệt này, sự suy giảm có thể nhỏ hơn 98, 72 hoặc 65dB/Km tương ứng cho các cáp loại 3, 4 và 5. Các loại cáp này thường có thể có 4 hoặc 5 cặp xoắn nằm trong lớp vỏ bọc bằng nhựa. Cáp loại 3 gồm các lõi đồng cỡ 24, trong khi cáp loại 4 và cáp loại 5 có thể được chế tạo bởi lõi đồng cỡ 22 hoặc 24.

Chất lượng của cáp xoắn đôi thay đổi phụ thuộc nhiều vào kích cỡ của lõi đồng cũng như phụ thuộc quy trình sản xuất. Đặc tính của 1 cáp xoắn đôi nhất định chỉ có thể được xác định bởi các tham số điện cơ bản gồm: điện trở R, độ tự cảm L, điện dung C và độ dẫn điện trên 1 đơn vị chiều dài. Các đặc điểm truyền dẫn của cáp xoắn đôi được xác định bởi các tham số điện cơ bản của nó, chúng rất hữu ích cho việc nghiên cứu mô phỏng trên máy tính thiết lập các hệ thống truyền thông có băng thông rộng tiên tiến như DSL và Ethernet. Tham số điện của 1 cáp xoắn đôi nhất định có thể khác một chút so với tham số mẫu, bởi nhiệt độ, phương pháp đo lường và nhà sản xuất. Tuy nhiên, đặc tính truyền dẫn của mẫu tham khảo có thể được duy trì nếu những sai số được giữ ở mức nhỏ nhất.

2.2. Các tham số cơ bản của cáp xoắn đôi

Các đặc điểm truyền dẫn của một cáp xoắn đôi có thể được định nghĩa chính xác qua các tham số điện cơ bản của nó, cụ thể là trở kháng R, độ tự cảm L, độ định hướng G và điện dung C. Lưu ý các tham số cơ bản này cũng có thể phụ thuộc vào tần số. Giá trị của các tham số cơ bản này được thể hiện trên đơn vị chiều dài. Vì vậy, các giá trị cần được thu nhỏ để phù hợp với hệ thống đo lường quốc tế (metric) hoặc của Anh. Hình 2.1 cho thấy một mạch tương đương một cáp xoắn đôi về các tham số cơ bản của nó cho một đơn vị chiều dài dx.



Hình 2.1 Mô hình phân chia tham số cáp xoắn

Các tham số cơ bản của một cáp xoắn đôi có thể được đo trực tiếp hoặc gián tiếp với băng thông rộng và thiết bị kiểm tra có độ chính xác cao. Các mô hình tham số cho các tham số cơ bản RLGC đã được phát triển để phù hợp với giá trị đo. Các tham số mô hình là:

Phương trình 2.1:

$$R(f) = \frac{1}{\frac{1}{\sqrt[4]{r_{0C}^4 + a_C \cdot f^2}} + \frac{1}{\sqrt[4]{r_{0S}^4 + a_S \cdot f^2}}}$$

Trong đó: r_{0C} là trở kháng dây đồng DC

r_{0S} là trở kháng dây thép DC

a_C và a_S là hằng số đặc trưng cho sự tăng trở kháng phụ thuộc dải tần trong đồ thị

Phương trình 2.2:

$$L(f) = \frac{l_0 + l_\infty (f/f_m)^b}{1 + (f/f_m)^b}$$

Trong đó: l_0 là độ tự cảm ở tần số thấp

l_∞ là độ tự cảm ở tần số cao

b là hệ số đặc trưng cho sự thay đổi từ tần số thấp đến tần số cao

Phương trình 2.3:

$$C(f) = c_\infty + c_0 f^{-c_e}$$

Trong đó: c_∞ là “tiếp xúc” điện dung

c_0 và c_e là hằng số được chọn để phù hợp với các phép đo điện dung nhánh.

Phương trình 2.4:

$$G(f) = g_0 \cdot f^{g_e}$$

Trong đó: g_0 và g_e là hằng số được chọn để phù hợp với phép đo độ định hướng

Phương trình 2.5:

$$R(f) = \sqrt[4]{r_{0c}^4 + a_c f^2}$$

Những mô hình này tham số có thể được sử dụng để tạo cặp xoắn với thông số điện cho tần số từ 0 đến 50 MHz với độ chính xác đáng tin cậy so với các phép đo thực tế. Các cặp 5 cặp xoắn thường dùng cho dây mạng. Quad-22, bao gồm bốn cặp xoắn 22 AWG, và FW-26, 26 AWG của dây điện phẳng, thường xuyên được tìm thấy ở trong dây điện thoại.

Các tham số phụ cho cáp xoắn đôi bao gồm các đặc tính trở kháng và hằng số truyền dẫn. Các đặc tính trở kháng của một cáp xoắn đôi liên quan đến các tham số chính theo các phương trình sau đây.

Phương trình 2.6:

$$Z(f) = \sqrt{\frac{R(f) + j2\pi fL(f)}{G(f) + j2\pi fC(f)}}$$

HỆ THỐNG MẠNG TRONG NHÀ

Hàng số truyền dẫn của cáp xoắn đôi cũng liên quan đến các thông số chính và có thể được thể hiện theo các phương trình sau đây:

Phương trình 2.7:

$$\gamma(f) = \sqrt{[G(f) + j2\pi fC(f)][R(f) + j2\pi fL(f)]}$$

Lưu ý rằng trở kháng và hằng số truyền dẫn của một cặp cáp xoắn cũng phụ thuộc tần số. Mặc dù hằng số truyền dẫn là một hàm của tần số, ở đây vẫn sử dụng khái niệm "hằng số truyền dẫn" xuất phát từ một đường truyền lý tưởng.

Đối với một dây cáp xoắn đôi đơn giản cùng với đặc tính trở kháng của nó, hàm truyền và suy hao phụ thuộc vào hằng số truyền dẫn theo các phương trình sau đây:

Phương trình 2.8:

$$H(d, f) = e^{-d\gamma(f)}$$

Trong đó: d là chiều dài của cáp xoắn đôi

Đồ hàm truyền và suy hao của một cáp xoắn đôi tương đối dễ dàng, và kết quả đo thường được mô tả bằng phương trình hàm mũ giữa tín hiệu đầu vào và đầu ra. Lôgarít hàm truyền được xác định bởi biểu thức sau đây:

Phương trình 2.9:

$$\begin{aligned} H_L(d, f) &= 20 \log_{10} |H(d, f)| = 20 \log_{10} e^{-d\alpha(f)} = \frac{20}{\ln 10} [-d\alpha(f)] \\ &= -8.686d\alpha(f) \end{aligned}$$

Trong đó: $\alpha(f)$ là phần thực của hằng số truyền dẫn $\gamma(f)$.

$\alpha(f)$ có thể được biểu diễn theo biểu thức sau đây

Phương trình 2.10:

$$\alpha(f) = a\sqrt{f} + bf$$

Tham số của a và b cho suy hao được liệt kê trong bảng 2.2 cho các loại cáp xoắn đôi khác nhau và dây dẫn trong nhà.

Loại cáp	a	b
Cat. 3	8.17×10^{-7}	8.07×10^{-11}
Cat. 4	7.37×10^{-7}	9.12×10^{-12}

HỆ THỐNG MẠNG TRONG NHÀ

Cat. 5	7.26×10^{-7}	4.56×10^{-12}
Quad-22	6.77×10^{-7}	4.97×10^{-11}
FW-26	9.17×10^{-7}	4.87×10^{-11}

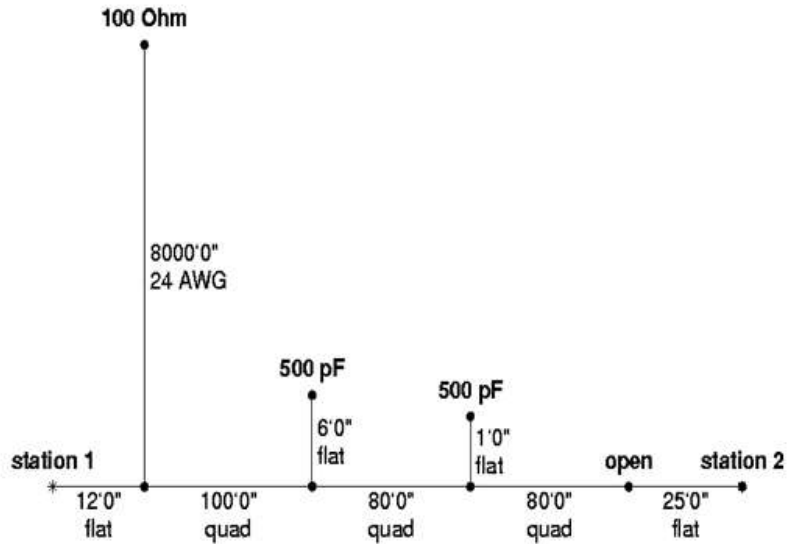
Bảng 2.2. Tham số cho hằng số truyền dẫn $\gamma(f)$

2.3. Mô hình kênh cáp xoắn

2.3.1. Cấu trúc liên kết dây

Trong một môi trường văn phòng, dây cáp thường được kết nối từ bàn làm việc về trung tâm điều khiển theo mô hình hình sao. Theo cấu trúc này, một cáp xoắn được nối trực tiếp từ một cổng của trung tâm và một card mạng máy tính. Với mô hình lý tưởng, hàm truyền cáp xoắn đôi có thể được tính chính xác bằng cách sử dụng phương trình truyền dẫn (phương trình 2.8 hoặc 2.9) với một khoảng cách cho trước. Cấu trúc hình sao được sử dụng khá thông dụng, nhưng trong nhà, dây điện thoại còn có thể phát triển với một cấu trúc hình trục. Ví dụ, từ card mạng một trong những cặp cáp xoắn nối vào ổ cắm điện thoại tầng đầu tiên, và là ổ để kết nối tất cả các lỗ cắm điện thoại trên tầng thứ hai. Chủ nhà có thể có thêm một cặp xoắn để kết nối các máy tính, máy fax, và các thiết bị phụ trợ khác ở một vài nơi khác nhau.

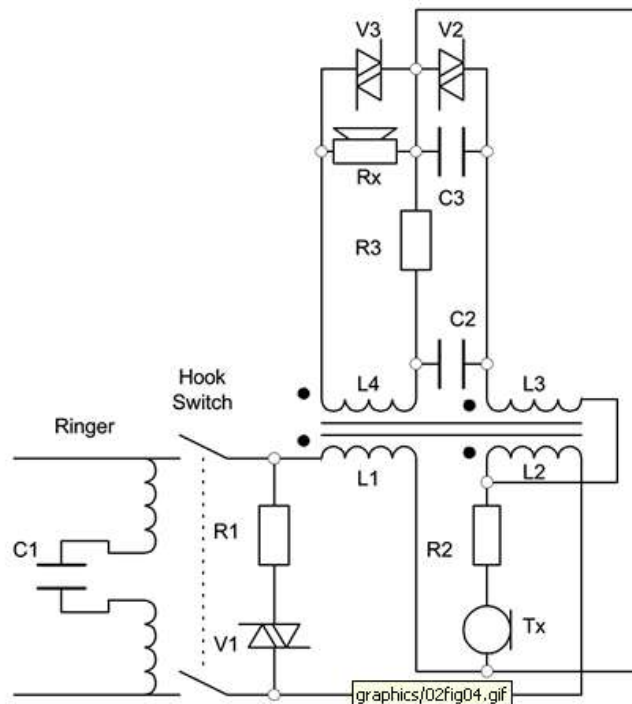
Cấu trúc sao và trục theo hình 2.2 cho thấy bốn lỗ cắm điện thoại trong mặt bằng khu dân cư. Các lỗ cắm ở cả hai đầu được đánh dấu là trạm 1 và trạm 2. Đầu kia nối với một tụ điện của 500pF thay thế cho máy điện thoại đang trong tình trạng chờ. Văn phòng trung tâm được thay thế bởi một điện trở 100 Ohm tải tại khoảng cách 8.000 ft.



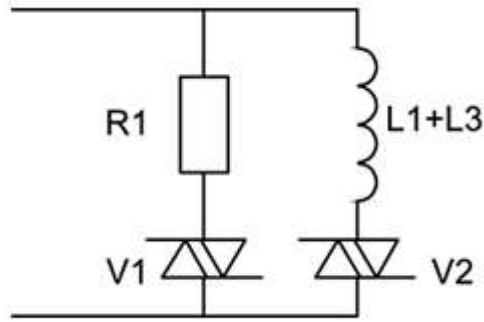
Hình 2.2 Một ví dụ của cấu hình dây điện thoại

2.3.2. Thiết bị điện thoại

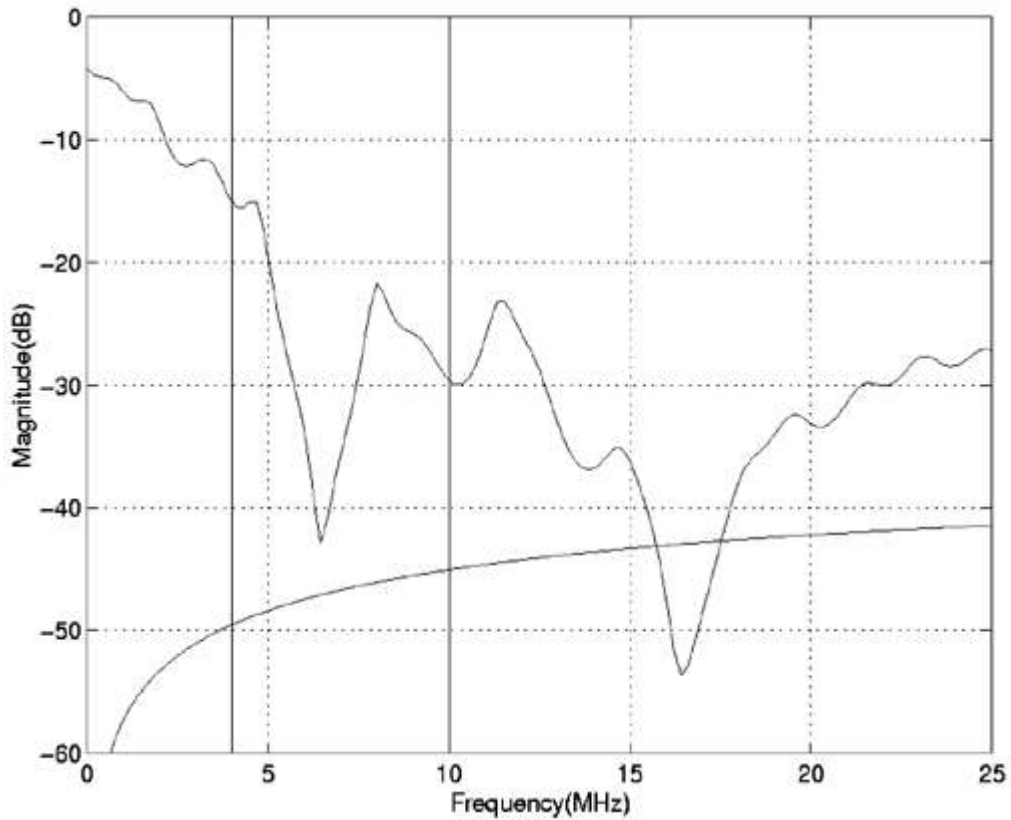
Tập hợp các thiết bị điện thoại thường được gọi là POTS (Plain Old Telephone Set) trong thuật ngữ viễn thông. Sơ đồ mạch thiết bị điện thoại được mô tả trong hình 2.3.



Hình 2.3 Sơ đồ mạch điện thoại.



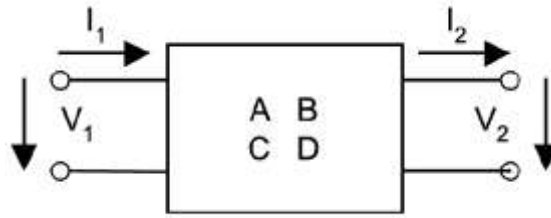
Hình 2.4 Một mạch điện thoại đơn giản



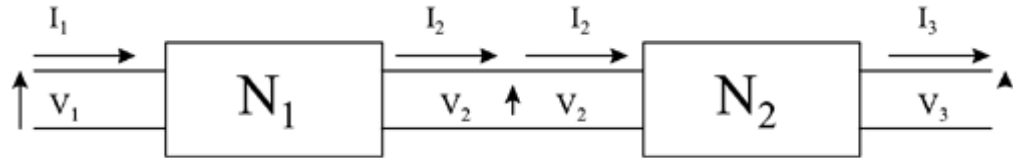
Hình 2.5 Suy hao của một Dây điện thoại

2.3.3. Mạng hai cửa và tham số ABCD

Hàm truyền cặp xoắn đôi dựa vào hằng số truyền dẫn, $\mathbf{H}(\mathbf{d},\mathbf{f}) = \mathbf{e}^{-\mathbf{d}\mathbf{a}(\mathbf{f})} \mathbf{e}^{j\mathbf{d}\beta(\mathbf{f})}$, chỉ được sử dụng cho một cặp xoắn với hai đầu cuối lý tưởng. Đối với dây điện thoại trong nhà, thông thường bao gồm nhiều loại cáp xoắn đôi kết nối trong một cấu trúc sao - bus, với đầu cuối hở hoặc nối. Người ta thường sử dụng mạng hai cửa với các thông số ABCD để tính toán hàm truyền cho một hệ thống dây điện thoại trong nhà.



Hình 2.6 Mạng hai cửa



Hình 2.7. Mạng hai cửa nối tiếp.

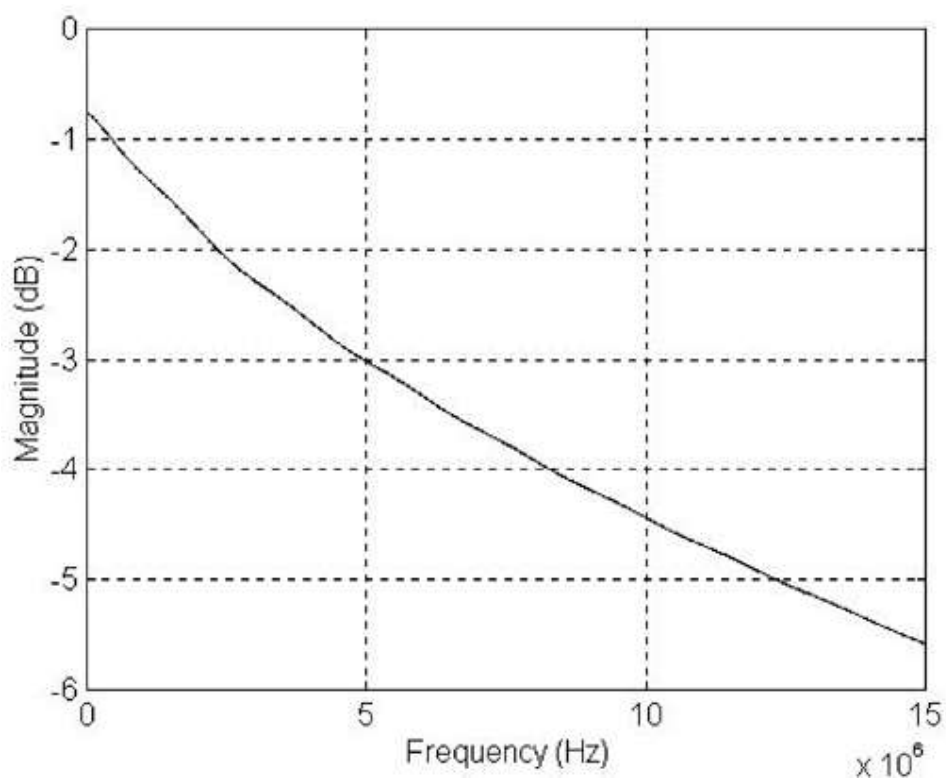
2.3.4. Trở kháng, hàm truyền và suy hao

Các thông số của cặp xoắn đôi ABCD có thể chuyển đổi thành trở kháng đầu vào hoặc hàm truyền, chúng ta sử dụng máy tính để tính các giá trị tương quan của chúng nhờ các mô hình kết hợp.

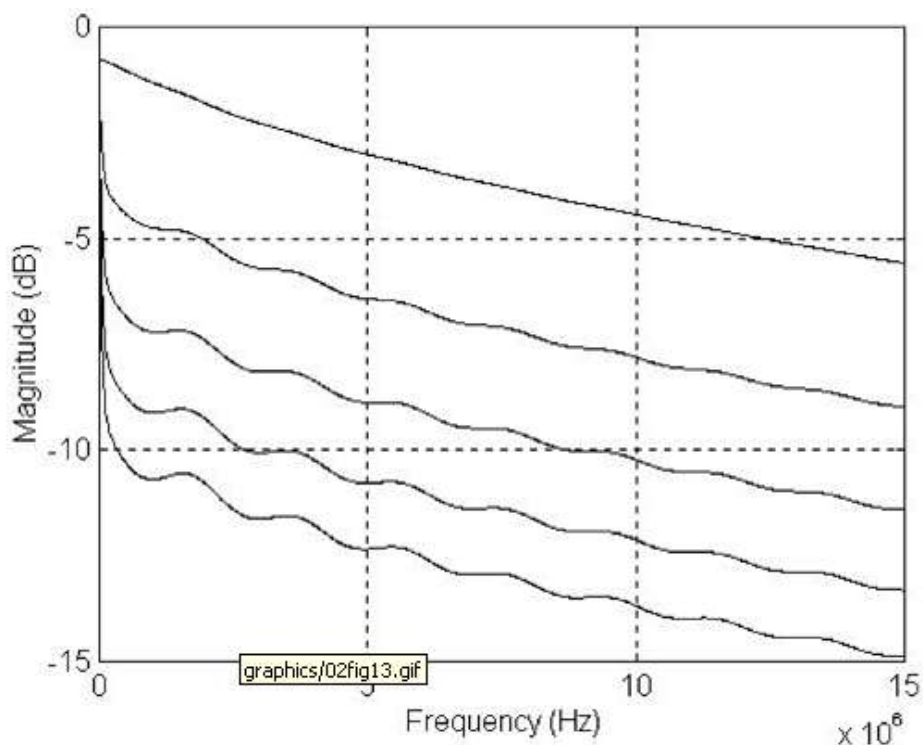
Trở kháng đầu vào của một vòng xoắn đôi và một trở kháng thiết bị đầu cuối $Z_t(s)$ được thể hiện như

Phương trình 2.11:

$$Z_i(s) = \frac{A(s) + \frac{B(s)}{Z_t(s)}}{C(s) + \frac{D(s)}{Z_t(s)}}$$



Hình 2.8. Suy hao của một dây dài 150-ft



Hình 2.9. Suy hao của dây dài 150-ft so với việc chia làm nhiều nhánh, mỗi nhánh 15ft

2.4. Mô hình nhiễu

2.4.1. Công suất nhiễu và mật độ phổ công suất

Các mức độ nghiêm trọng của 1 nhiễu nói riêng có thể được đo từ mức công suất hoặc mức mật độ công suất của nó. Độ lớn của nhiễu có thể lên tới vài chục μV . Công suất nhiễu thường được thể hiện bằng decibels (dBm)

Phương trình 2.12:

$$P = 10 \log_{10} \frac{v^2}{R \times P_m} = 10 \log_{10} \frac{v^2}{100 \times 0.001}$$

Trong đó: v là điện áp trung bình của nhiễu

$R=100$ là trở kháng đầu vào của thiết bị thu

$P_m=0.001$ là tham chiếu của 1mW

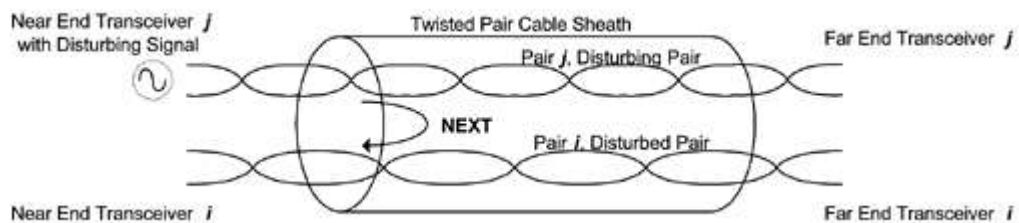
Mật độ phổ công suất nhiễu (PSD) thường được thể hiện bằng decibels/Hertz (dBm/Hz)

Phương trình 2.13:

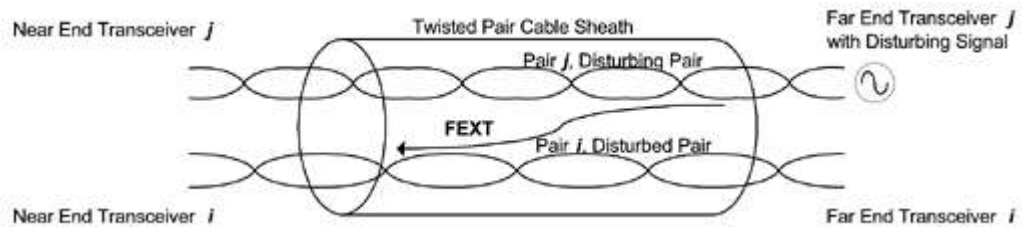
$$\text{PSD} = 10 \log_{10} \frac{v^2}{R \times P_m \times B} = 10 \log_{10} \frac{v^2}{0.1 \times B}$$

2.4.2. Nhiễu xuyên âm

Trong các cặp xoắn của cáp xoắn đôi tồn tại 2 loại nhiễu xuyên âm được gọi là nhiễu xuyên âm đầu gần và nhiễu xuyên âm đầu xa (NEXT, FEXT). NEXT là ảnh hưởng của các cặp xoắn tại ngay đầu phát. FEXT là ảnh hưởng lẫn nhau của các cặp xoắn từ đầu thu về đầu phát. Mô hình của NEXT và FEXT như sau:



Hình 2.10. Các nguyên tắc của NEXT



Hình 2.11. Các nguyên tắc của FEXT

NEXT thường mạnh hơn FEXT, tuy nhiên trong FDM và TDM thì FEXT trở nên mạnh hơn vì trong các hệ thống này thông tin được truyền đi từ A sang B sử dụng khe tần số F1 (khe thời gian T1) còn chiều ngược lại thì sử dụng khe tần số F2 (khe thời gian T2)

2.4.3. Mô hình của NEXT và FEXT

Mô hình NEXT có thể được diễn tả như:

Phương trình 2.14:

$$NEXT_{49} = k_{NEXT} f^{1.5}$$

Trong đó f là tần số, $k_{NEXT} = 8,82 \times 10^{-14}$, và $NEXT_{49}$ tính theo decibel bằng cách logarit cơ số 10 của $NEXT_{49}$ và sau đó nhân với 10. Mô hình này cũng có thể được tổng quát cho N nguồn nhiễu như sau:

Phương trình 2.15:

$$NEXT_N = \left(\frac{N}{49}\right)^{0.6} k_{NEXT} f^{1.5}$$

Lưu ý là sự khác biệt giữa 1 nguồn nhiễu và 49 nguồn nhiễu là khoảng 10 dB. Tương tự, mô hình FEXT với 49 nguồn nhiễu cũng đã được phát triển cho các nghiên cứu DSL. Mô hình này có thể được diễn tả như:

Phương trình 2.16:

$$FEXT_{49} = k_{FEXT} d f^2 |H(f)|^2$$

Trong đó: $k_{FEXT} = 8 \times 10^{-20}$ có được nhờ các phép đo FEXT

d là chiều dài cáp xoắn theo feet

f là tần số

$|H(f)|^2$ là sự suy hao của cáp cặp xoắn

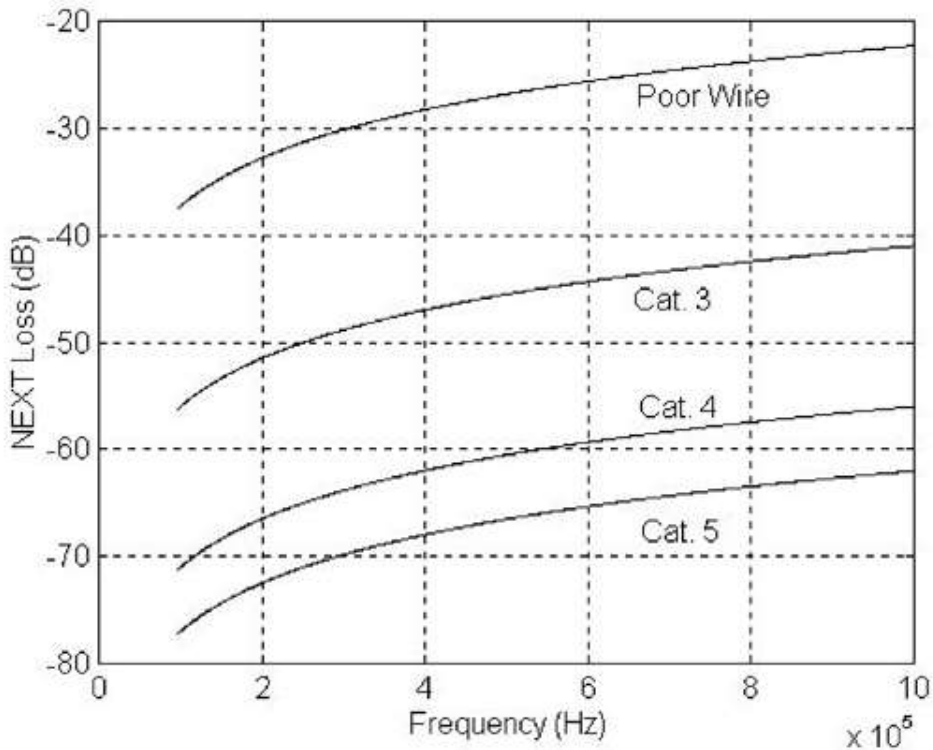
Phân bố của NEXT tương tự như FEXT, trong trường hợp đó chúng ta có:

Phương trình 2.17:

$$FEXT_N = \left(\frac{N}{49}\right)^{0.6} k_{FEXT} df^2 |H(f)|^2$$

Mô hình NEXT được ứng dụng nhiều trong hệ thống mạng nội bộ hoặc hệ thống mạng trong nhà. Bên cạnh những mô hình đơn giản dành cho các nghiên cứu mô phỏng DSL, chúng ta cũng có thể tìm được các mô hình NEXT cho loại 3, loại 4, và loại 5 cặp xoắn cũng như dây dẫn trong nhà. Mô hình 1 nguồn nhiễu của cặp xoắn loại 3 chiều dài 50 ft giống như mô hình 49 nguồn nhiễu dùng trong DSL. Giá trị thống kê của NEXT49 các cặp cặp xoắn và một dây trần được liệt kê trong bảng 2.3

Hình 2.12 cho thấy mô hình NEXT dựa trên các thông số thống kê. Kết quả thực tế cho thấy rằng đặc tính ít nhiễu NEXT trong 1 số dây dẫn trong nhà là do các dây đó không xoắn với nhau.



Hình 2.12 Thống kê suy hao NEXT

	Poor wire	Cat. 3	Cat. 4	Cat. 5
k_{NEXT}	5.88×10^{-12}	7.94×10^{-14}	2.51×10^{-15}	6.31×10^{-16}

Bảng 2.3. Tham số thống kê NEXT

2.4.4. Nhiễu tần số vô tuyến (RFI)

Trong quá trình truyền dẫn, một phần của năng lượng tín hiệu bị mất đi biến đổi thành nhiệt và sóng vô tuyến điện. Ở tần số cao tổn hao càng lớn và nó gây ảnh hưởng đến các dải tần khác. Nhiễu vô tuyến của truyền dẫn cáp xoắn có thể được coi như là một phần mở rộng của các hiệu ứng xuyên âm. Xuyên âm là một hiện tượng điện từ giữa hai cặp cáp đặt cạnh nhau. Sóng điện từ cũng là nguyên nhân gây xuyên nhiễu. Điều này chứng tỏ khi không có lớp bảo vệ điện từ thì truyền dẫn gặp nhiều can nhiễu hơn. Sóng bức xạ từ cáp xoắn đôi hoặc dây điện trong nhà cần phải được dưới mức quy định của FCC. Các giới hạn bức xạ được định nghĩa cho bốn băng tần được thể hiện như trong Bảng 2.4.

Phương trình 2.18:

$$0\text{dBm} = 10 \log_{10} \frac{v^2}{100 \times 0.001} \rightarrow v = 0.316$$

$$\rightarrow 20 \log_{10} \frac{0.316}{0.000001} = 110 \text{ dB}\mu\text{V}$$

Tần số phát thải (MHz)	Sức mạnh từ trường ($\mu\text{V/m}$)	Khoảng cách (meters)
1.075-30	30	30
30-88	100	3
88-216	150	3
216-960	200	3
trên 960	500	3

Bảng 2.4. Giới hạn bức xạ tần số phát thải (MHz)

Một cáp xoắn đôi hoặc dây điện trong nhà cũng có đặc tính tương tự như một ăng ten, nên gọi là suy giảm do nhiễu vô tuyến Radio Frequency Interference (RFI). Trên thực tế, chúng ta cho RFI có dấu âm cho vào đầu thu của ăng ten. Suy hao RFI một cáp xoắn đôi có thể đo bằng các phép đo trường. Thí nghiệm đã

chỉ ra rằng giá trị của suy hao RFI cho các loại hình cáp xoắn đôi và dây điện trong nhà là từ 40-60 dB trong dải tần số từ 1 đến 30 MHz.

Suy hao RFI cũng có thể sử dụng để tính cường độ điện trường, bởi cáp xoắn hay dây điện ngầm trong nhà khi mang tín hiệu sẽ có công suất riêng ở 1 khoảng cách nhất định. Chúng ta có thể ước tính cường độ điện trường bằng cách sử dụng

Phương trình 2.19:

$$E = \text{PSD} - \text{RFI} + 10 \log_{10} \frac{BR}{4\pi r^2} + 90$$

Trong đó: E là cường độ điện trường đo bằng dB μ V/m
PSD là mật độ phổ công suất của tín hiệu trên một dây cáp xoắn hoặc dây điện ngầm trong nhà đo bằng dBm/Hz
B là băng thông của tín hiệu đo bằng hertz(Hz)
R là trở kháng đo bằng ohms(Ω)
r là khoảng cách từ cáp hoặc dây đo bằng mét (m)
RFI là suy hao đo bằng decibels(dB)

2.5. Dung năng kênh

Dung năng kênh của cáp xoắn đôi hoặc dây điện trong nhà có thể tính toán dựa vào nhiễu nền và NEXT. Nhiễu nền cho cáp xoắn đôi hay dây dẫn trong nhà là khoảng -140dBm/Hz. Cường độ tín hiệu nhận được phụ thuộc vào tín hiệu truyền tải điện và suy hao của một cáp xoắn đôi hoặc dây dẫn trong nhà. Các tín hiệu truyền tải điện bị hạn chế bởi các bức xạ từ cường độ điện trường gần đó. Trong khoảng 1,705 và 30 MHz, cường độ trường là 29,5 dB μ V/m ở khoảng cách 30 m. Giả sử suy hao RFI là 40 dB, năng lượng trong dải băng thông 9kHz qua một dây cáp xoắn đôi hoặc dây điện trong nhà được tính như sau:

Phương trình 2.20:

$$P = E + \text{RFI} - 90 - 10 \log_{10} \frac{R}{4\pi r^2} = 29.5 + 40 - 90 - 10 \log_{10} \frac{1}{36\pi} \\ \approx 0 \text{ dBm}$$

Dung năng kênh là thông lượng tối đa mà một kênh cụ thể có thể được sử dụng để cung cấp thông tin đáng tin cậy. Lỗi có thể xảy ra nhưng chúng có thể sửa chữa được (trên lý thuyết) nếu lượng truyền dẫn nhỏ hơn mức giới hạn dung năng kênh. Mở rộng kênh và mã sửa lỗi được sử dụng để giảm ảnh hưởng của nhiễu nền và sự biến dạng tín hiệu sao cho truyền dẫn tiến gần đến giới hạn dung năng kênh. Ở một tần số cụ thể, dung năng kênh có thể được tính theo

Phương trình 2.21:

$$C = \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)$$

Bandwidth (kHz)	PSD (dBm/Hz)
9	-40
180	-40
1,000	-47.5
5,000	-54.4
10,000	-57.5
20,000	-60.5

Bảng 2.5 Chuẩn hóa PSD

Trong đó S là tín hiệu nhận được, N là nhiễu, và dung năng kênh C được tính bằng bit/hertz. S/N là phương trình về tỷ lệ tín hiệu/nhiễu. Khi S/N là một hằng số trên một băng tần, công suất của các băng tần số được tính theo

Phương trình 2.22:

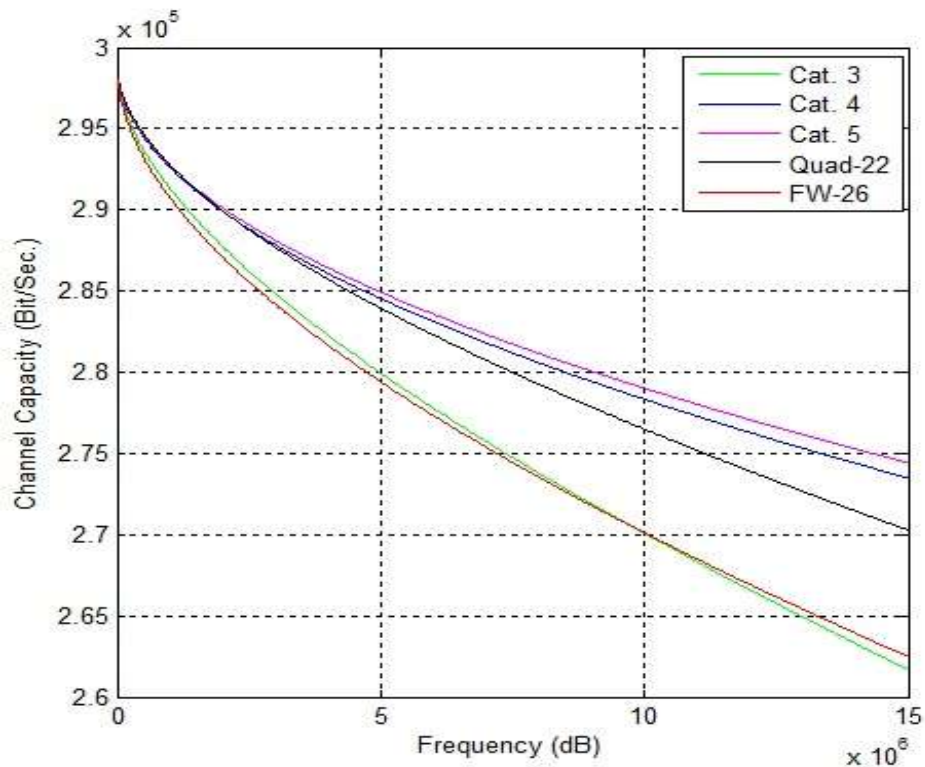
$$C = B \times \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)$$

Trong đó B là băng thông của kênh đo bằng hertz. Khi S/N là một hằng số trên một băng tần, công suất của các băng tần số được tính theo.

Phương trình 2.23:

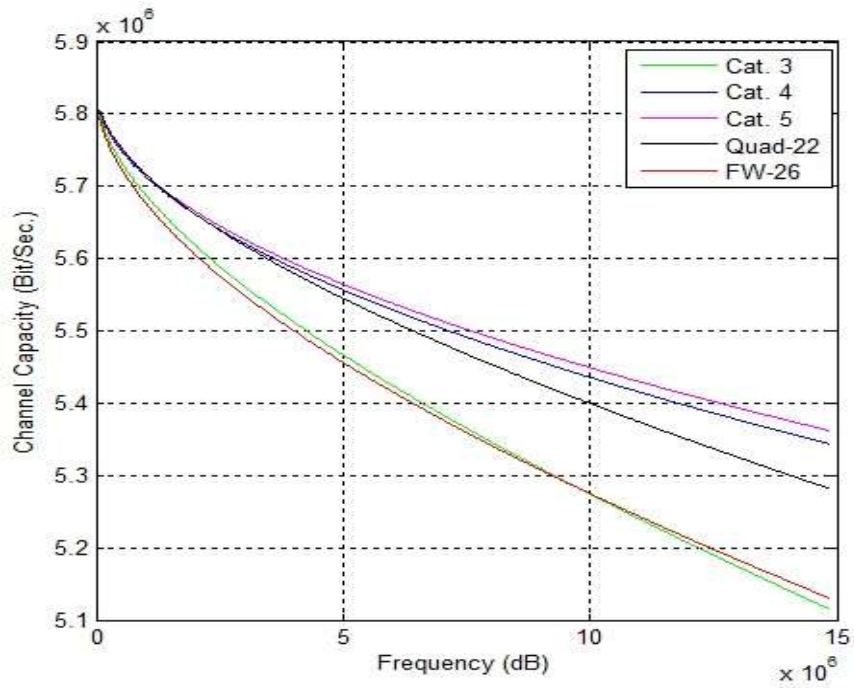
$$C = \int_{f_1}^{f_2} \log_2 \left(1 + \frac{S(f)}{N(f)} \right) df$$

Ở đây f_1 và f_2 là cận trên và cận dưới của băng thông. Ta sẽ tính toán khả năng đầu tiên của kênh cho các loại hình cáp với một số băng thông tín hiệu khi có nhiễu nền ở -140 dBm/Hz. Cận dưới là 1.705MHz và cận trên là 30MHz. Hình 2.13 cho thấy khả năng của các kênh cáp xoắn đôi khác nhau và dây dẫn trong nhà với chiều dài 100m có nhiễu nền băng thông 9kHz với tần số trung tâm lên đến 15MHz. Dung năng kênh trong khoảng từ 260 đến 300kbps.

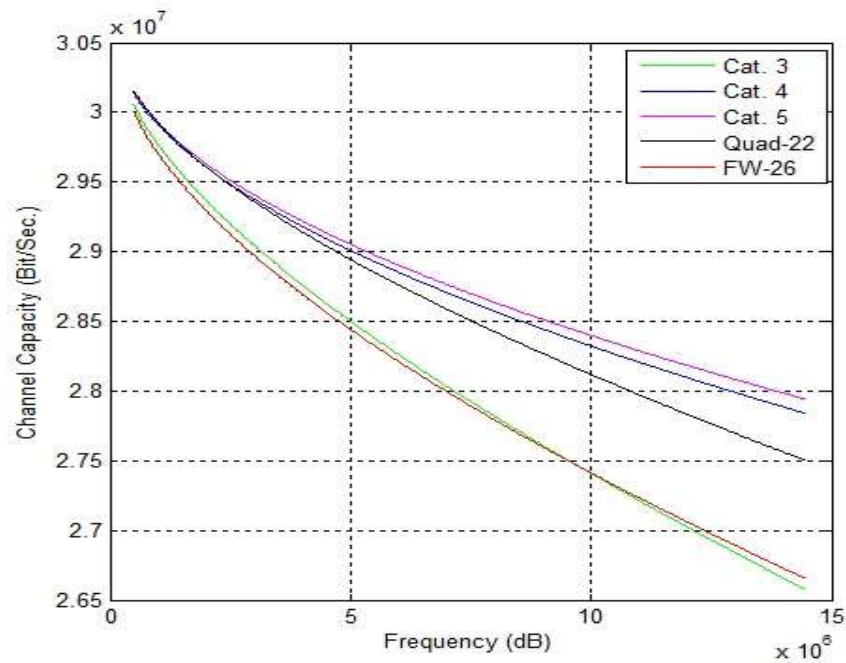


Hình 2.13. 9kHz Dung năng kênh khi nhiễu nền là -140dBm/Hz

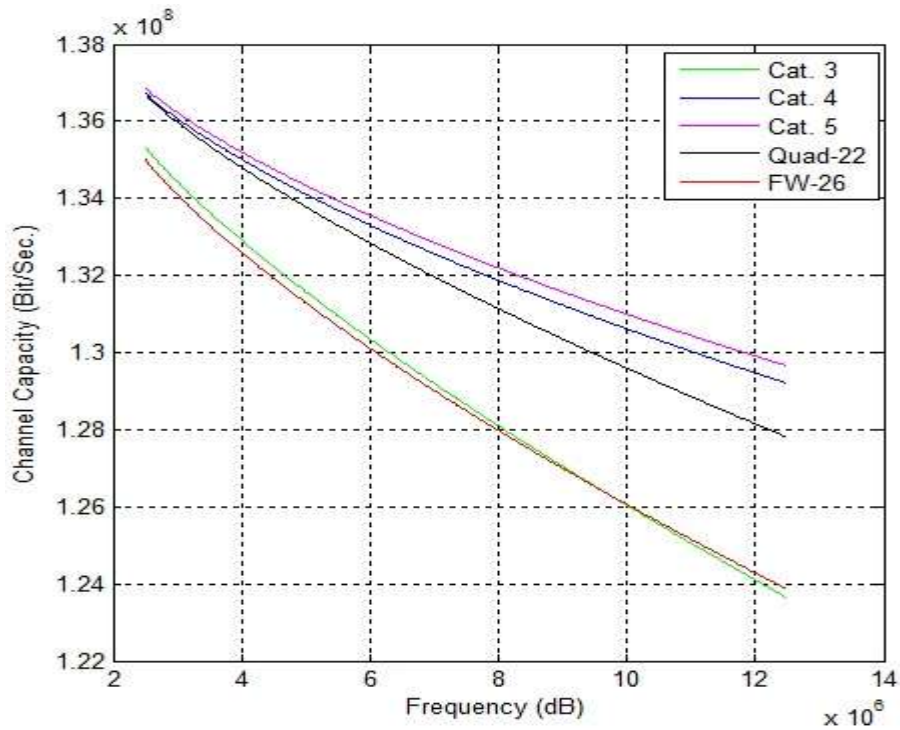
Hình 2.14 cho thấy dung năng kênh của các cáp xoắn đôi và dây trong nhà khi có nhiễu nền ở băng thông 180kHz và tần số trung tâm lên đến 15MHz. Dung năng kênh trong khoảng từ 5.1 đến 5.8 Mbps.



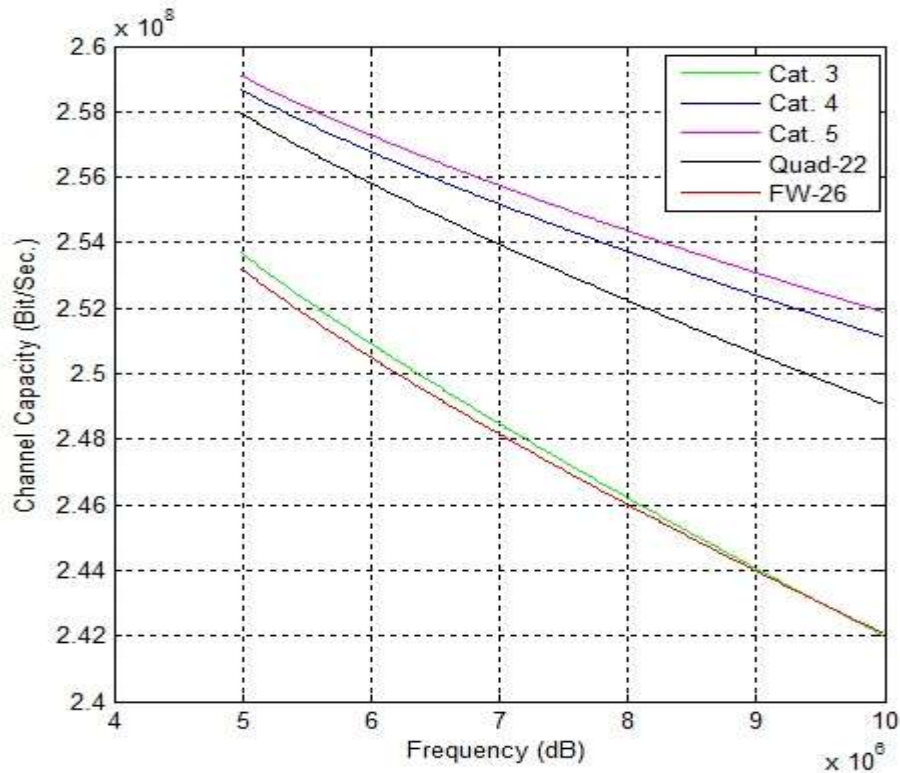
Hình 2.14. 180kHz Dung năng kênh khi có nhiễu nền là -140dBm/Hz



Hình 2.15. 1MHz Dung năng kênh khi có nhiễu nền là -140dBm/Hz



Hình 2.16. 5MHz Dung năng kênh khi có nhiễu nền là -140dBm/Hz

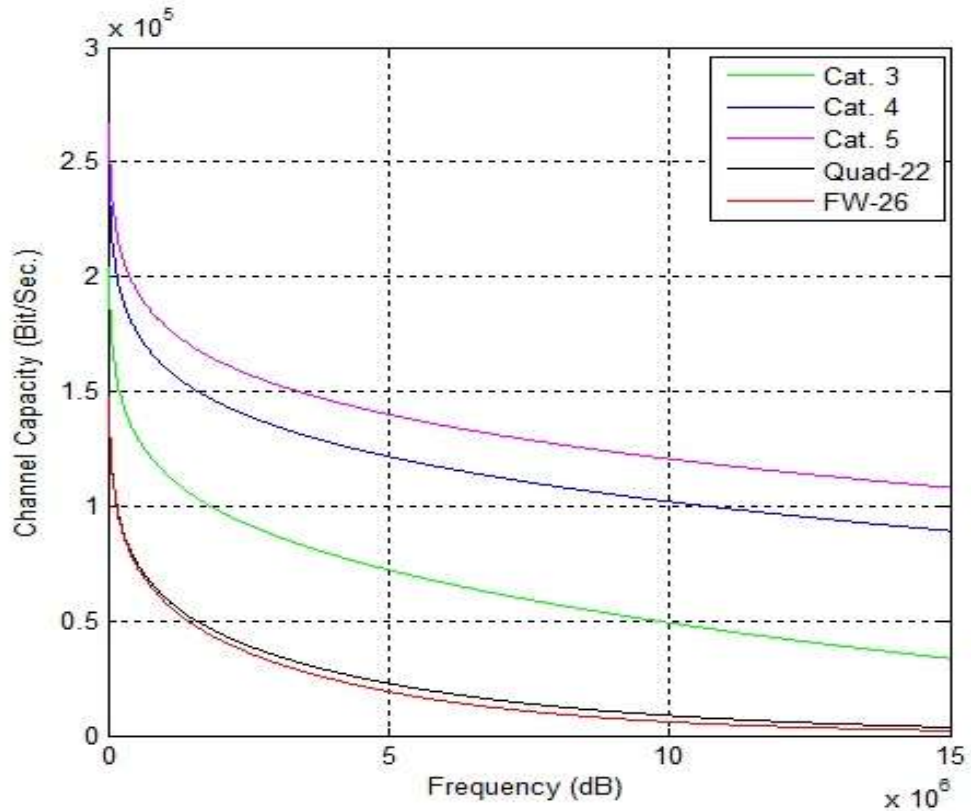


Hình 2.17. 10MHz Dung năng kênh khi có nhiễu nền là -140dBm/Hz

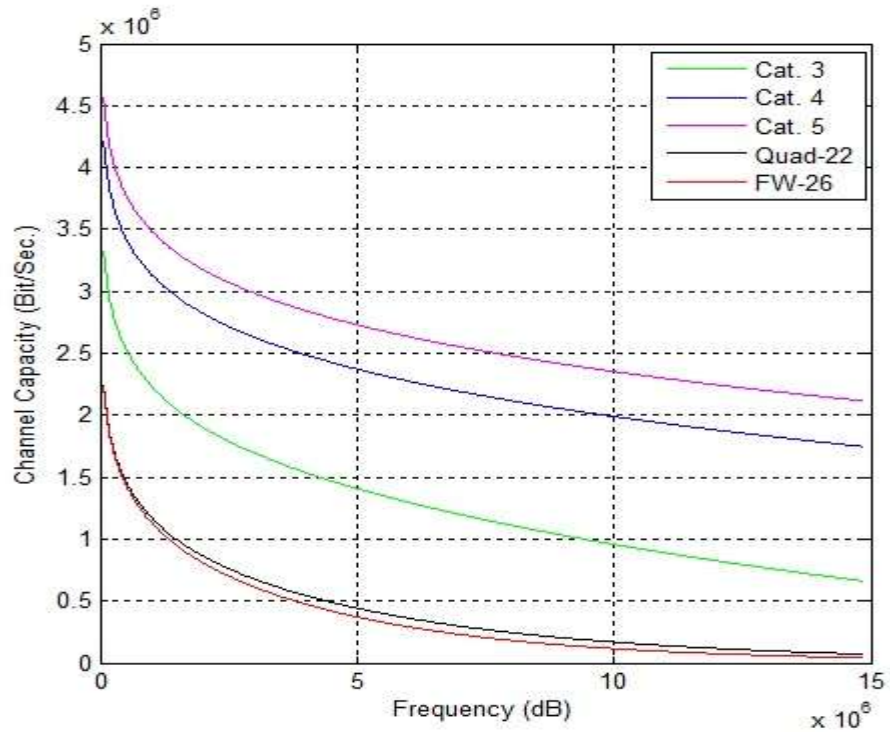
Tính toán khi kênh có NEXT(Hình 2.18) cho thấy dung năng các kênh các cáp xoắn đôi khác nhau và dây dẫn trong nhà với chiều dài 100 m, băng thông 9kHz, tần số trung tâm lên đến 15 MHz. Xuất hiện một loạt các dạng dung năng

HỆ THỐNG MẠNG TRONG NHÀ

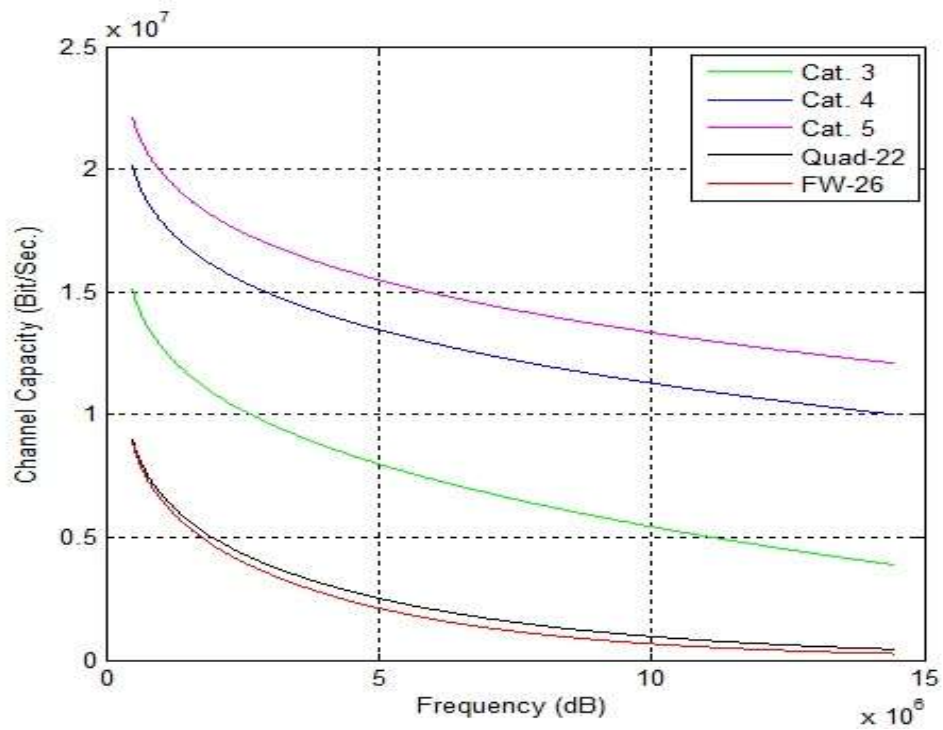
kênh khác nhau giữa các loại cáp và dây dẫn trong nhà ở các tần số khác nhau. Dung năng kênh của loại cáp 5 cặp xoắn là hơn 100 kbps, và dung năng kênh của dây dẫn trong nhà Quad và Flat nhỏ hơn 10 kbps ở tần số 15 MHz. Ảnh hưởng của NEXT thường cao hơn nhiều nên. NEXT sẽ tăng khi tần số càng cao.



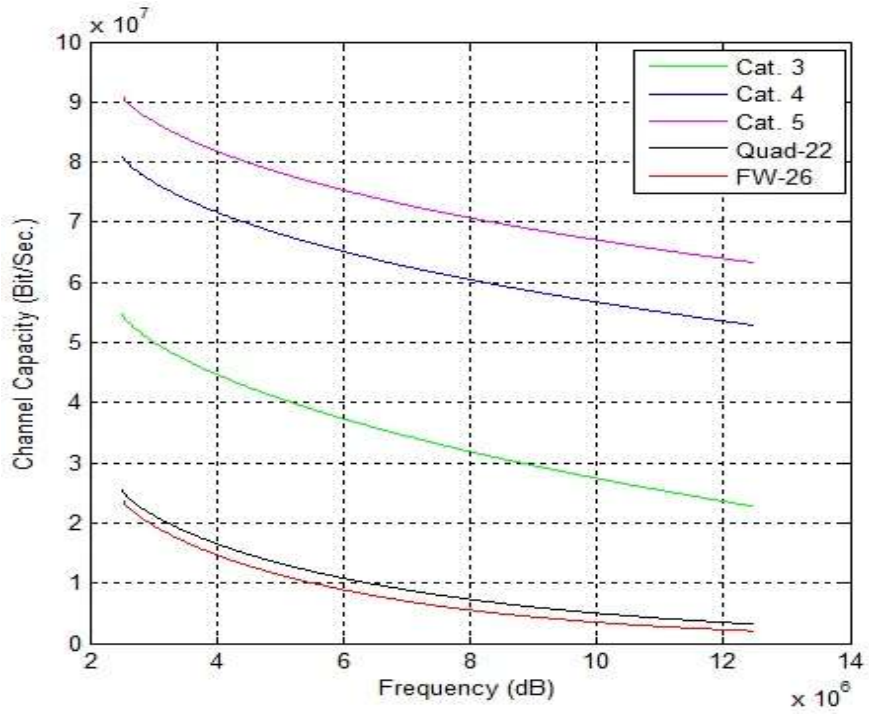
Hình 2.18. 9kHz Dung năng kênh khi có nhiễu đầu gần NEXT



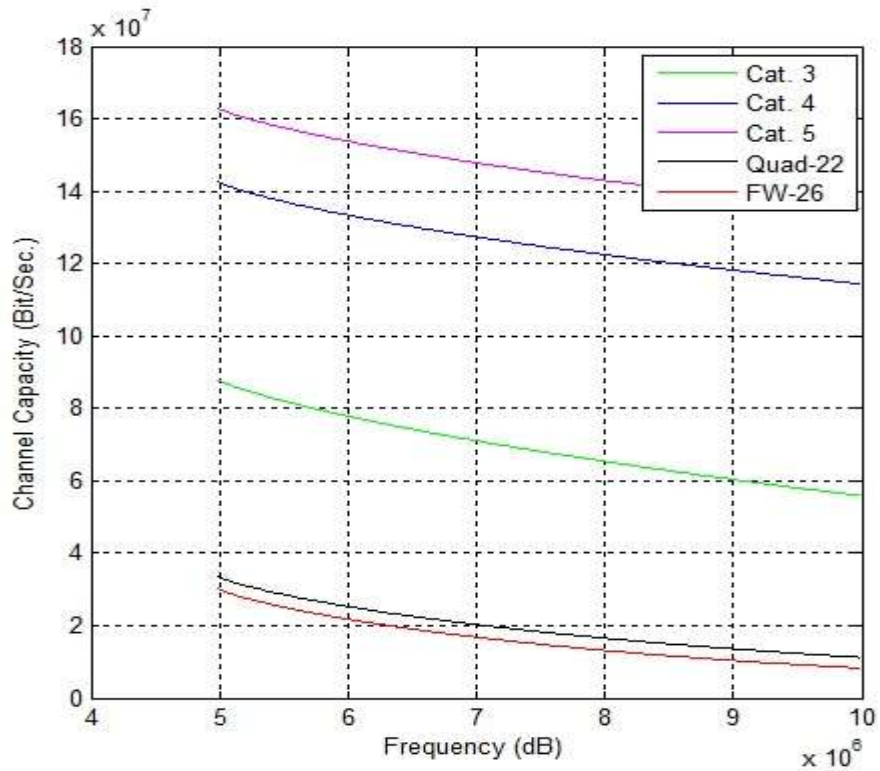
Hình 2.19. 180kHz Dung năng kênh khi có nhiễu đầu gầnNEXT



Hình 2.20. 1MHz Dung năng kênh khi có nhiễu đầu gần NEXT



Hình 2.21. 5MHz Dung năng kênh khi có nhiễu đầu gần NEXT



Hình 2.22. 10MHz Dung năng kênh khi có nhiễu đầu gần NEXT

Chương 3

CÁP ĐỒNG TRỤC

Cáp đồng trục được dùng để xây dựng mạng lưới phân phối truyền hình cáp. Ban đầu, mạng phân phối truyền hình cáp rất đơn giản, gồm đường cáp đồng trục nối từ một anten trên sườn đồi tới các gia đình mà anten trên mái nhà của họ nhận tín hiệu không được tốt. Để bù đắp lượng tín hiệu bị suy hao do sự phân nhánh và sự suy hao của cáp, bộ đọc tín hiệu của các anten trên đồi thường được bổ sung bộ khuếch đại dải rộng, nâng mức tín hiệu lên từ 10 tới 25 dB. Các kênh truyền hình vô tuyến thuộc dải tần rất cao chiếm tần số từ 54 đến 72 MHz (kênh 2, 3, 4), 76 đến 88 MHz (kênh 5, 6) và 174 đến 216 MHz (các kênh từ 7 đến 13). Một bộ khuếch đại băng rộng chỉ dùng được cho 1 nhóm kênh vô tuyến. Các bộ chia và tổ hợp tín hiệu yêu cầu phải bao phủ được toàn bộ các kênh. Cũng có các kênh truyền hình vô tuyến trong dải UHF từ 300 tới 3000MHz. các kênh truyền hình trong dải UHF mà truyền qua mạng phân phối truyền hình cáp cũng cần khuếch đại và đôi khi phải chuyển đổi xuống một kênh VHF chưa sử dụng.

Khi phát sóng truyền hình, luôn có những kênh dự trữ. Trên thực tế, các chương trình truyền hình vô tuyến trong cùng một kênh truyền không được quá nhau để tránh gây nhiễu cho các kênh lân cận. Ngoại trừ trường hợp kênh 4 và 5, kênh 6 và 7 vì có 1 khoảng cách giữa 2 dải tần số phát các kênh này. Một kênh truyền hình thường có mức năng lượng thấp, khoảng dưới -42dB, do xuyên nhiễu giữa các kênh lân cận nó. Theo quy định, tỉ số sóng mang trên tạp âm hay nhiễu giữa các kênh phải lớn hơn 36 dB để đảm bảo chất lượng truyền hình. Do các điều kiện truyền dẫn khác nhau, các tín hiệu truyền hình từ các điểm đặt anten khác nhau trong cùng một vùng có thể có độ lớn chênh lệch nhau 12 dB. Điều đó khiến tỉ số S/N thấp hơn $-42 + 12 = -30$ dB. Do vậy tín hiệu suy hao của một kênh truyền hình vô tuyến với mức tín hiệu cao có thể gây nhiễu lên các

kênh khác lân cận nó nếu ta phân chia các kênh mà không dành ra khoảng cách tần số giữa chúng. Mặt khác, các kênh truyền hình có thể được đặt cùng trên kênh truyền trong hệ thống truyền hình cáp khi mà các kênh lân cận có độ lớn tín hiệu tương tự nhau.

Vì các kênh truyền hình thường ở dải tần số cao, nên cáp đồng trục được dùng để xây dựng lên mạng phân phối truyền hình cáp. Cáp đồng trục bao gồm một lõi đồng bên trong và vỏ bọc nhôm phủ bên ngoài với một lưới đồng khác hay dây bện bằng nhôm. Cũng có lớp nilon cách điện giữa lõi đồng và vỏ nhôm, và có một lớp vỏ nhựa bọc bên ngoài dây bện kim loại. Tín hiệu được truyền qua lõi đồng trong khi vỏ nhôm và dây bện kim loại được nối đất. Tác dụng bảo vệ điện từ trường của cáp đồng trục đặc biệt có hiệu quả ở dải tần số cao khi các kênh truyền hình được phân bổ. Tuy nhiên, việc bảo vệ này không phải là hoàn hảo. Cáp đồng trục vẫn có thể bị nhiễu bởi trường điện từ và các xuyên nhiễu. Do độ lớn của các trường điện từ nên là hữu hạn và hiệu quả bảo vệ của vỏ bọc, tỉ số S/N mong muốn vẫn có thể được duy trì bằng cách xác định độ lớn của tín hiệu tại điểm bắt đầu vào mỗi nhà.

Mạng phân phối truyền hình cáp được xây dựng theo cấu trúc cây và phân nhánh. Tín hiệu truyền hình cáp từ một trục chính trước tiên được đưa tới một nút quang qua một sợi quang nơi tín hiệu truyền hình đã được điều chế biên độ (AM) với tần số mang quang. Sau khi giải điều chế bằng cách sử dụng các thiết bị quang - điện (O/E) tại các nút quang, tín hiệu được đưa qua một vài nhánh của mạng cáp đồng trục tới mỗi thuê bao. Điểm gốc của mỗi cây hay mạng phân nhánh là tại nút quang. Nhánh chính của mạng phân phối gồm các cáp đồng trục phân phối. Loại phổ biến của cáp đồng trục phân phối là 500-F và 625-F. Cáp đồng trục được nối với mỗi thuê bao bằng thiết bị gọi là Tap phân phối. Một thiết bị Tap được gắn vào bằng cách nối đầu vào cáp phân phối và đầu ra cáp đồng trục. Việc đặt thiết bị Tap sẽ suy hao 1 lượng nhỏ mức tín hiệu trên cáp. Tín hiệu sẽ được phân chia tới nhiều cổng cáp phân phối trên Tap. Các loại cáp

phân phối phổ biến là RG-6 và RG-59. Cáp phân phối cũng được dùng làm dây dẫn tín hiệu truyền hình trong nhà.

3.1. Dây dẫn truyền hình trong nhà

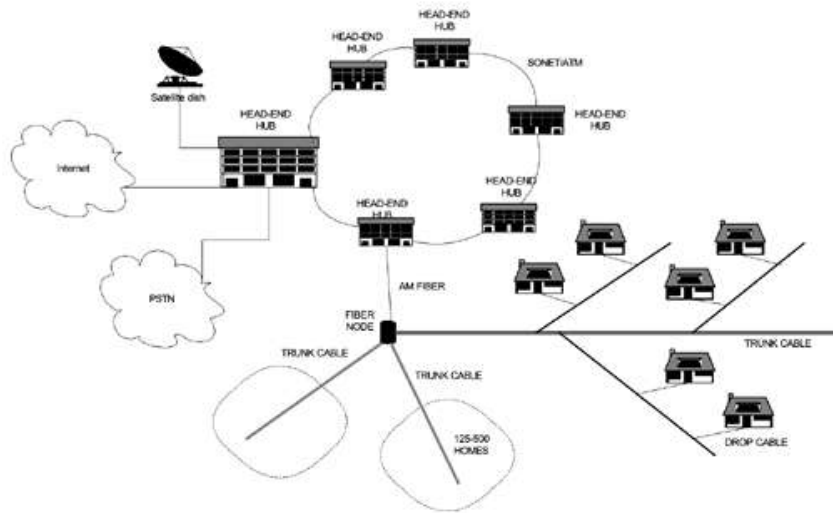
3.1.1. Cấu trúc dây dẫn truyền hình trong nhà

Trong cấu trúc mới, các cáp đồng trục được nối từ một vị trí trung tâm gần nguồn tín hiệu truyền hình, là cáp truyền hình hay chảo vệ tinh tới mọi phòng. Cấu trúc này có dạng hình sao. Một bộ chia nhiều cổng được đặt ở trung tâm hình sao. Tùy thuộc vào số phòng sử dụng, một số bộ khuếch đại được đặt vào giữa nguồn video và bộ chia để tăng mức tín hiệu, bù lại lượng tín hiệu đã bị suy hao do phân nhánh.

Đối với các dây dẫn trong nhà được lắp đặt bởi các công ty truyền hình, các bộ chia thường được lắp đặt ngẫu nhiên tại các đầu vào cáp truyền hình, và một vài điểm thuận lợi khác. Cấu trúc dạng chuỗi hình sao này tương tự như cấu trúc dây dẫn điện thoại trong nhà trừ các bộ chia được dùng ở mỗi nhánh cáp. Lượng tín hiệu bị suy hao do phân nhánh cũng tương tự như ở cấu trúc sao.

3.1.2. Sơ đồ phân bố nhánh và cáp lai ghép

Hình 3.1 là sơ đồ chung cho mạng phân nhánh và cáp lai ghép nối tới tất cả các thuê bao. Tín hiệu truyền hình xuất phát từ thiết bị đầu cuối. Các dịch vụ 2 chiều như modem cáp để truy cập internet và POST cũng được quản lý tại thiết bị đầu cuối. Một vòng quang kép được dùng để nối tất cả các thiết bị đầu cuối và hub qua cấu trúc SONET và ATM để đưa vào và thay đổi các chương trình số. Các đường dây dẫn AM được kéo tới một số nút quang. Từ mỗi fiber node sẽ đưa ra một vài đường cáp đồng trục chính, mỗi đường sẽ phục vụ hàng trăm thuê bao. Các thuê bao được nối với cáp chính qua cáp phân phối. Cũng có khả năng có nhiễu giữa các thuê bao lân cận nếu các dây dẫn trong nhà được dùng với một hệ thống mạng trong nhà lưu lượng lớn. Tuy nhiên có thể chấp nhận nhiễu được tối thiểu hoá bằng cách cộng hao hụt do cáp phân phối và do phân chia tín hiệu rồi đưa ra ngoài thiết bị Tap.



Hình 3.1 Cáp truyền hình lai ghép mạng phân phối đồng trục và phân nhánh cây

3.2 Mô hình cáp đồng trục

Các tham số chính cho cáp xoắn đôi đã được đưa ra nhưng những thông tin tương tự dành cho cáp đồng trục thì chưa có được. Để hiểu rõ hơn về ảnh hưởng của thiết bị đầu cuối và phân chia cáp khi xác định hệ thống truyền dẫn hiệu quả cho hệ thống mạng chủ lưu lượng cao với hệ thống dây dẫn có sẵn trong nhà, chúng ta sẽ thử dự đoán những thông số chính của cáp đồng trục. Những dự đoán này dựa vào những hao hụt trên cáp cũng như các kích thước của cáp. Chúng đã được kiểm nghiệm và cải tiến bằng những thí nghiệm và đo đạc.

Sự suy giảm tín hiệu trên các loại cáp đồng trục phổ biến tại các tần số khác nhau được tổng kết ở bảng 3.1. Lượng tín hiệu suy giảm nhỏ hơn 10 dB với các tần số dưới 750 MHz và chiều dài cáp là 100feet. Suy hao trên cáp có thể được tính theo

Phương trình 3.1:

$$A_c = (K_1\sqrt{f} + K_2f)d$$

Trong đó: f là tần số (MHz)

K_1 và K_2 là các tham số xác định loại cáp

d là độ dài cáp (kilofeet)

HỆ THỐNG MẠNG TRONG NHÀ

K_1 chỉ độ lớn của suy hao dây dẫn, K_2 chỉ độ lớn của tổn thất điện môi. Các tham số cho các loại cáp khác nhau được cho ở bảng 3.1. Với các loại cáp đã cho và các thông số tương ứng, có thể tính được suy hao trên cáp tại các tần số khác nhau.

Tần số (MHz)	500-F	625-F	RG-6	RG-59
55	0.54	0.46	1.6	2.06
300	1.31	1.10	3.7	4.72
450	1.63	1.35	4.58	5.83
550	1.82	1.51	5.09	6.47

Bảng 3.1 Suy hao trên cáp

	500-F	625-F	RG-6	RG-59
K_1	0.69	0.6058	2.1144	2.7175
K_2	0.0037	0.0016	0.0021	0.0015

Bảng 3.2 Các tham số của cáp

Để nghiên cứu những ảnh hưởng của thiết bị đầu cuối và bộ chia, ta có thể ước lượng các thông số chính của cáp dựa vào độ dài của cáp và các giá trị suy hao. Giá trị điện dung tương đương của cáp đồng trục được tính theo hình dạng của cáp.

Phương trình 3.2:

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0\epsilon_r}{\ln\frac{a}{b}} = \frac{0.039\epsilon_r}{\log\frac{a}{b}} (\mu\text{F}/\text{mile})$$

Trong đó: a là đường kính lõi đồng

b là đường kính dây dẫn bên ngoài

ϵ_r là hệ số từ thẩm tương đối. Giả sử $\epsilon_r = 1$

Ngoài ra, trở kháng của cáp gần như là hằng số và được tính theo cảm kháng nối tiếp(L) và điện dung tương đương (C)

Phương trình 3.3:

$$\lim_{f \rightarrow \infty} Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

Do đó, L có thể được tính bằng:

Phương trình 3.4:

$$L \approx CZ_0^2$$

Suy hao cáp cũng có thể tính bởi:

Phương trình 3.5:

$$A_c = (K_1\sqrt{f} + K_2f)d = 20 \log e^{\frac{-R(f)d}{2Z_0}}$$

Và ta có:

Phương trình 3.6:

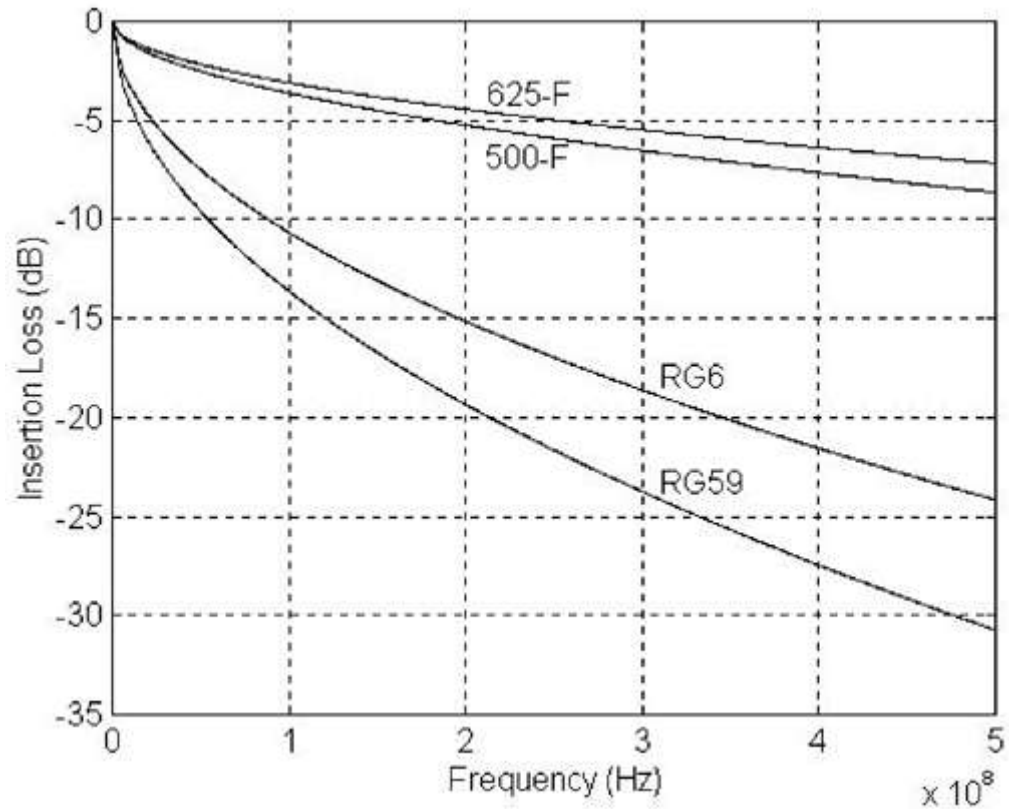
$$R(f) = \frac{\ln 10}{10} (K_1\sqrt{f} + K_2f)Z_0 = 17.27(K_1\sqrt{f} + K_2f)$$

Với giả thiết $Z_0 = 75\Omega$. Bảng 3.3 cho ta các giá trị ước lượng của các tham số chính của cáp đồng trục:

	500-F	625-F	RG-6	RG-59
a (inch)	0.123	0.136	0.0403	0.032
b (inch)	0.470	0.563	0.188	0.152
b/a	3.82	4.14	4.67	4.75
R(ohms/mile)	$62.88\sqrt{f}$ + 0.388 f	$55.23\sqrt{f}$ + 0.148 f	$192.77\sqrt{f}$ + 0.19 f	$247.79\sqrt{f}$ + 0.137 f
L(mH/mile)	0.377	0.356	0.33	0.324
G	0	0	0	0
C(μ F/mile)	0.067	0.0632	0.0587	0.0576

Bảng 3.3 Các tham số ước lượng của cáp

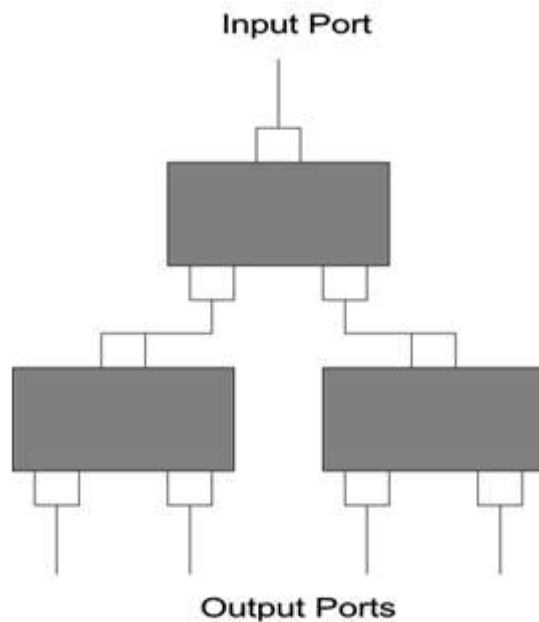
Với f là tần số(đơn vị MHz). G là độ dẫn điện. Hình 3.2 thể hiện sự duy hao của các loại cáp khác nhau .



Hình 3.2 Xuyên nhiễu cáp đồng trục

3.3. Các bộ chia

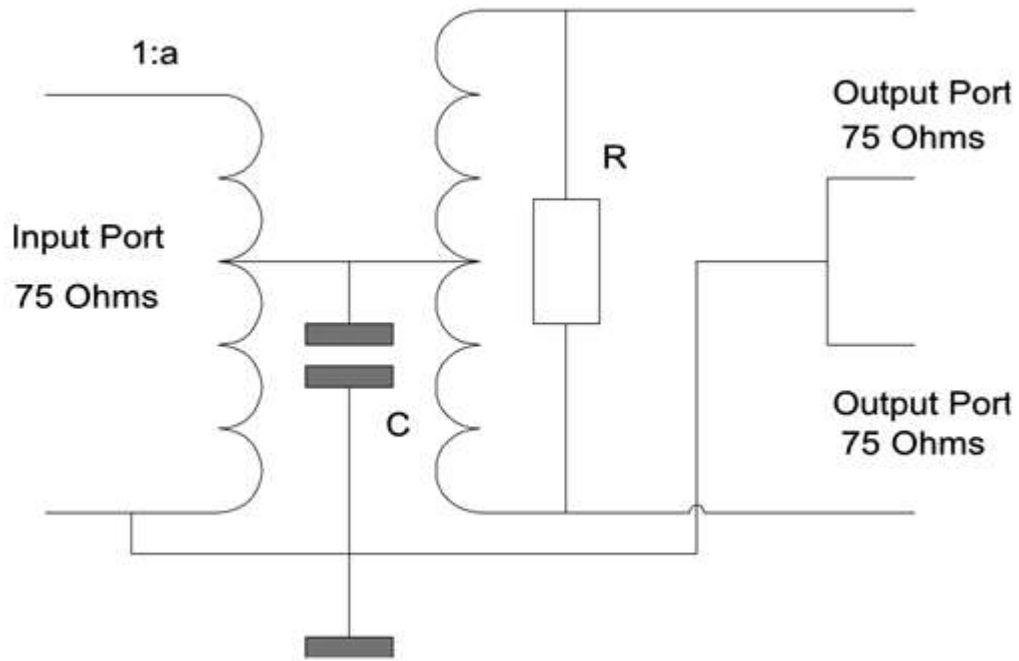
Các bộ chia được dùng tại các điểm phân nhánh cáp, và tại đó việc phân bổ công suất và phối hợp trở kháng đều quan trọng. Có những bộ chia phân bổ công suất với nhiều cổng ra. Tuy nhiên, tất cả các bộ chia này đều dựa trên bộ chia một thành 2. Muốn có một bộ chia (hay tổ hợp) chia 1 thành 4 dùng ba bộ chia 1 thành 2 giống nhau (như hình 3.3).



Hình 3.3 Cấu trúc bộ chia 1 thành 4

Bên trong một bộ chia 1 thành 4, đầu ra của bộ chia 1 thành 2 thứ nhất được nối với đầu vào của 2 bộ còn lại và như vậy là sẽ có 4 đầu ra. bằng cách sử dụng phương pháp phân tầng này, ta nhận được nhiều đầu ra mà vẫn đảm bảo được phối hợp trở kháng tại tất cả các đầu ra.

Một bộ chia 1 thành 2 chứa một biến áp phối hợp trở kháng nhiều đầu ra và một phần tử chia năng lượng. Một bộ chia được dùng với 2 mục đích. Đầu tiên là để phối hợp trở kháng cho các cáp, thứ hai là để cách li 2 cổng ra. Trở kháng của cáp đồng trục thường là 75Ω . Cuộn sơ cấp với một dây nhánh ở giữa nằm bên trái hình 3.4 như một bộ phận phối hợp trở kháng trong khi vẫn tạo ra điện từ trường cung cấp năng lượng cho cuộn thứ cấp. Trở kháng của mỗi nửa cuộn thứ cấp cùng với cáp được gắn cố định và đặt song song với cuộn sơ cấp. Điện trở mắc giữa 2 đầu ra của cuộn thứ cấp được dùng để đưa tín hiệu dịch pha ra khỏi sự ghép từ tính giữa 2 đầu ra. Tụ điện dùng để tinh chỉnh đáp ứng tần số của bộ chia qua bề rộng dải tần số. Do tần số làm việc rất cao, nên các bộ phận chi tiết trong bộ chia cũng có thể ảnh hưởng tới đáp ứng tần số.



Hình 3.4 Cơ cấu bộ chia 1 thành 4

Nghiên cứu về sự tương tác giữa cáp và bộ chia, có thể suy ra các tham số ABCD từ 1 đầu vào tới 1 đầu ra của bộ chia. Ta nối 1 trở kháng Z_0 vào một đầu ra và xem đầu vào đầu ra như một mạng 2 cửa. Các tham số cho một mạng 2 cửa được tính toán như ở phương trình 3.7 và 3.8. Theo cấu trúc của bộ chia, phương trình 3.7 gồm 3 phần. Phần thứ nhất là cuộn sơ cấp, phần thứ hai là điện dung, phần thứ ba là cuộn thứ cấp cùng điện trở. Phương trình 3.8 thể hiện chi tiết phần thứ ba.

Phương trình 3.7:

$$\begin{bmatrix} A_s & B_s \\ C_s & D_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{ak_1} & j\omega L_1 \frac{a(1-k_1^2)}{k_1} \\ 1 & \frac{a}{k_1} \\ j\omega L_1 ak_1 & \frac{a}{k_1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j\omega C & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_1 & B_1 \\ C_1 & D_1 \end{bmatrix}$$

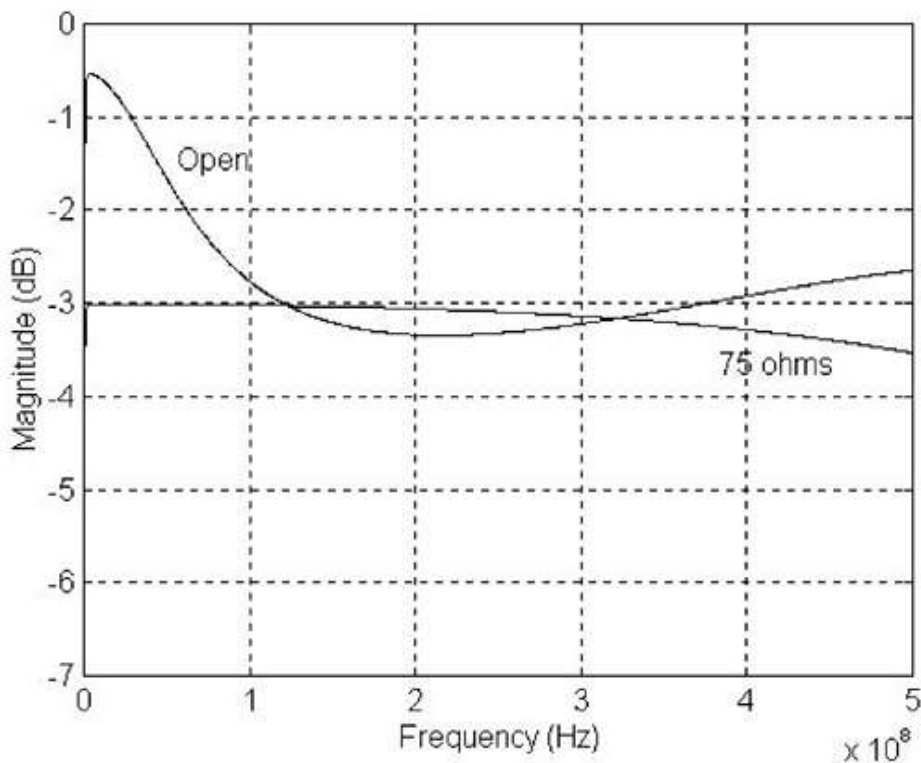
Phương trình 3.8

$$\begin{bmatrix} A_1 & B_1 \\ C_1 & D_1 \end{bmatrix} = \frac{\begin{bmatrix} j\omega L_2 [2(1+k_2)Z_0 + R] + RZ_0 - (1-k_2^2)\omega^2 L_2^2 & j\omega L_2 RZ_0 - (1-k_2^2)\omega^2 L_2^2 (Z_0 + R) \\ 2j\omega L_2 (1+k_2) + R & 2j\omega L_2 (1+k_2)(Z_0 + R) + RZ_0 \end{bmatrix}}{2j\omega L_2 (1+k_2)(2Z_0 + R) + RZ_0}$$

Trong đó: a là hệ số đầu ra (từ biến áp)
 k_1 là hệ số ghép cuộn sơ cấp
 k_2 là hệ số ghép cuộn thứ cấp
 L_1 là cảm kháng cuộn sơ cấp
 L_2 là cảm kháng cuộn thứ cấp
 R là điện trở
 C là điện dung

Các tham số đặc trưng với các giá trị sau: $a = 7.07$ với trở kháng phối hợp từ 37.5 đến 75 Ω , $L_1 = 40 \mu\text{H}$, $L_2 = 0.1 \mu\text{H}$, $k_1 = k_2 = 0.99997$, $C = 4.5 \text{ pF}$, $R = 220 \Omega$.

Hình 3.5 thể hiện đáp ứng tần số từ một đầu vào tới một đầu ra với một đầu ra khác kết thúc bằng điện trở 75 Ω hoặc không.



Hình 3.5 Hàm truyền của bộ lọc từ đầu vào tới đầu ra

Với tất cả các đầu ra nối với cáp có trở kháng 75 Ω , suy hao phân nhánh là 3dB với dải tần 500MHz. Khi chỉ nối một đầu ra, suy hao có thể thay đổi theo dải tần. Các tham số ABCD từ một đầu ra tới một đầu ra khác là:

Phương trình 3.9:

$$A_p = D_p = \frac{B_1 + A_1 R}{R + B_1}$$

Phương trình 3.10:

$$B_p = \frac{R B_1}{R + B_1}$$

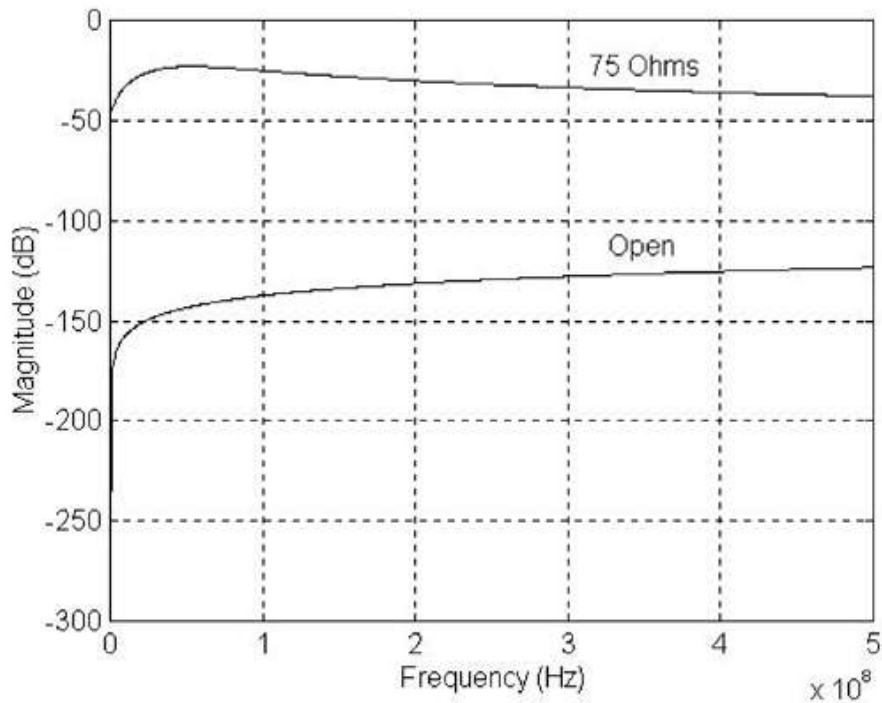
Phương trình 3.11:

$$C_p = \frac{(R + B_1) - (1 - A_1)^2}{R + B_1}$$

Phương trình 3.12:

$$\begin{bmatrix} A_1 & B_1 \\ C_1 & D_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_m + j\omega L_2 & j\omega L_2(1 + k_2)[j\omega L_2(1 - k_2) + 2Z_m] \\ Z_1 & Z_m + j\omega L_2 \end{bmatrix}$$

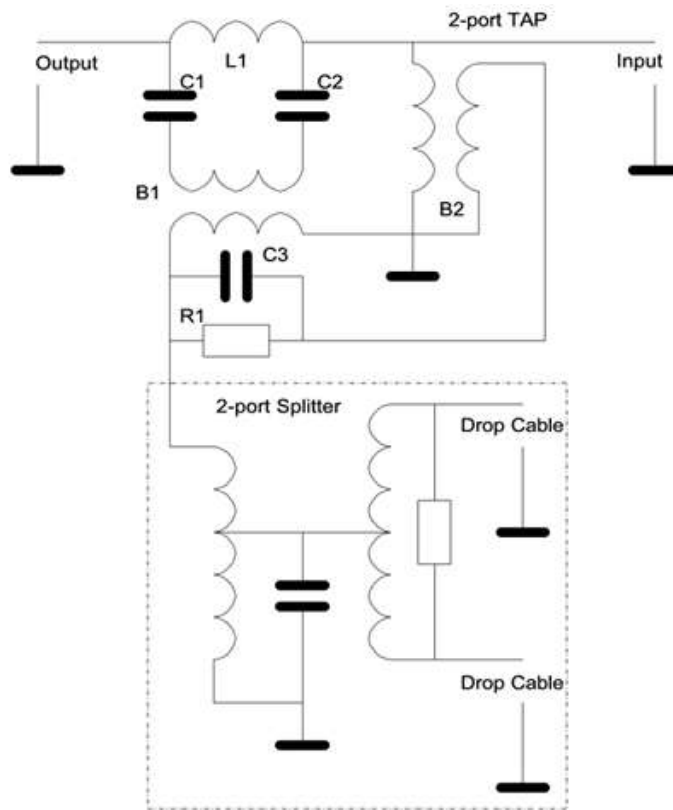
Với $Z_m = a^2 Z_1$ và Z_2 là trở kháng đầu vào. Hình 3.6 thể hiện hàm truyền đạt từ một đầu ra tới một đầu ra khác với đầu vào nối trở kháng 75 Ω hoặc không.



Hình 3.6 Hàm truyền đạt từ một đầu ra tới một đầu ra

3.4. Tap

Tap được dùng để nối cáp đồng trục với cáp phân phối. Bộ Tap gây ra suy hao lớn nhất trong quá trình truyền dẫn của cáp đồng trục. Một Tap 2 cổng gồm một phần dây nối và một bộ chia 2 cổng như hình 3.7. Nói chung, một Tap n cổng sẽ gồm dây nối và bộ chia n cổng. Trở kháng của cáp phân phối và đầu vào của bộ chia là 75 ohms. Mạch nối dây nối với các trở kháng ở cả đầu vào và đầu ra của Tap và trở kháng của bộ chia. Biến áp B1 mắc nối tiếp với cáp phân phối, biến áp B2 mắc song song với cáp phân phối. Các tham số ABCD của mạch nối dây được dùng để nghiên cứu hiệu suất truyền của sơ đồ phân bố cáp truyền hình.



Hình 3.7 Cơ cấu của Tap 2 cổng

3.5. Danh sách phân bố kênh truyền hình cáp

Dây cáp đồng trục trong nhà mang rất nhiều kênh tín hiệu truyền hình. Các kênh truyền hình VHF từ kênh 2 tới kênh 13 thường chiếm các tần số từ 54 tới 216 MHz, với các khoảng tần số ở giữa dành cho các đài phát thanh FM. Các

HỆ THỐNG MẠNG TRONG NHÀ

kênh vô tuyến UHF từ 14 đến 69 chiếm dải tần số từ 470 tới 806 MHz. Bảng 3.4 thể hiện các dải tần dành cho các kênh truyền hình vô tuyến.

Kênh VHF số	Băng tần (MHz)	Kênh UHF số	Băng tần (MHz)	Kênh UHF số	Băng tần (MHz)
2	54-60	14	470-476	38	614-620
3	60-66	15	476-482	39	620-626
4	66-72	16	482-488	40	626-632
5	76-82	17	488-494	41	632-638
6	82-88	18	494-500	42	638-644
7	174-180	19	500-506	43	644-650
8	180-186	20	506-512	44	650-656
9	186-192	21	512-518	45	656-662
10	192-198	22	518-524	46	662-668
11	198-204	23	524-530	47	668-674
12	204-210	24	530-536	48	674-680
13	210-216	25	536-542	49	680-686
		26	542-548	50	686-692
		27	548-554	51	692-698
		28	554-560	52	698-704
		29	560-566	53	704-710
		30	566-572	54	710-716
		31	572-578	55	716-722
		32	578-584	56	722-728
		33	584-590	57	728-734
		34	590-596	58	734-740
		35	596-602	59	740-746
		36	602-608	60	746-752
		37	608-614	61	752-758
				62	758-764
				63	764-770
				64	770-776
				65	776-782
				66	782-788

HỆ THỐNG MẠNG TRONG NHÀ

				67	788-794
				68	794-800
				69	800-806

Bảng 3.4 Bảng phân bố kênh truyền hình trong hệ thống truyền dẫn có dây

Các dải tần cho truyền hình này được quy định bởi FCC. Kênh 37 được đăng kí dành riêng cho dịch vụ thiên văn vô tuyến. Nhiều kênh truyền hình số vô tuyến cũng nằm trong dải UHF dành cho giai đoạn chuyển từ tương tự sang số. Các kênh truyền hình cáp cùng dùng chung một dải tần số với truyền hình vô tuyến đối với các kênh từ 2 tới 13. Với các kênh trên kênh 13(23 tới 78), truyền hình cáp chiếm dải tần từ 210 tới 552 MHz, các kênh từ 14 tới 22 chiếm dải tần từ 120 tới 174 MHz. Không có sự xung đột với dịch vụ phát thanh FM vì tín hiệu truyền hình được truyền trong cáp đồng trục. Các kênh từ kênh 78 trở lên bắt đầu từ tần số 552 MHz, 33 kênh cáp số được cấp phát dải tần từ 750 MHz.

Kênh số	Tần số (MHz)	Kênh số	Tần số (MHz)	Kênh số	Tần số (MHz)	Kênh số	Tần số (MHz)
2	54-60	14 (A)	120-126	37 (AA)	300-306	54	402-408
3	60-66	15 (B)	126-132	38 (BB)	306-312	55	408-414
4	66-72	16 (C)	132-138	39 (CC)	312-318	56	414-420
5	76-82	17 (D)	138-144	40 (DD)	318-324	57	420-426
6	82-88	18 (E)	144-150	41 (EE)	324-330	58	426-432
7	174-180	19 (F)	150-156	42 (FF)	330-336	59	432-438
8	180-186	20 (G)	156-162	43 (GG)	336-342	60	438-444
9	186-192	21 (H)	162-168	44 (HH)	342-348	61	444-450
10	192-198	22 (I)	168-174	45 (II)	348-354	62	450-456
11	198-204	23 (J)	216-222	46 (JJ)	354-360	63	456-462
12	204-210	24 (K)	222-228	47 (KK)	360-366	64	462-468
13	210-216	25 (L)	228-234	48 (LL)	366-372	65	468-474
		26 (M)	234-240	49 (MM)	372-378	66	474-480
		27 (N)	240-246	50 (NN)	378-384	67	480-486
		28 (O)	246-252	51 (OO)	384-390	68	486-492
		29 (P)	252-258	52 (PP)	390-396	69	492-498

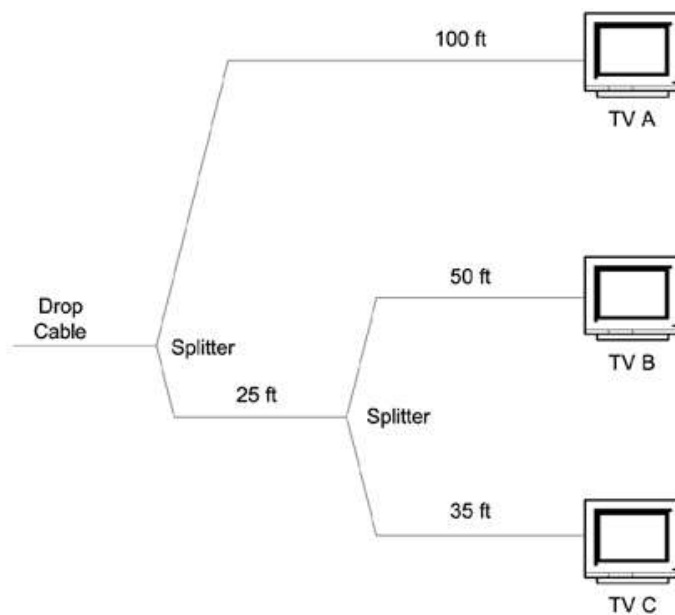
HỆ THỐNG MẠNG TRONG NHÀ

		30 (Q)	258–264	53 (QQ)	396–402	70	498–504
		31 (R)	264–270			71	504–510
		32 (S)	270–276			72	510–516
		33 (T)	276–282			73	516–522
		34 (U)	282–288			74	522–528
		35 (V)	288–294			75	528–534
		36 (W)	294–300			76	534–540
						77	540–546
						78	546–552

Bảng 3.5 Bảng phân bố kênh truyền hình cáp

3.6. Mô hình kênh

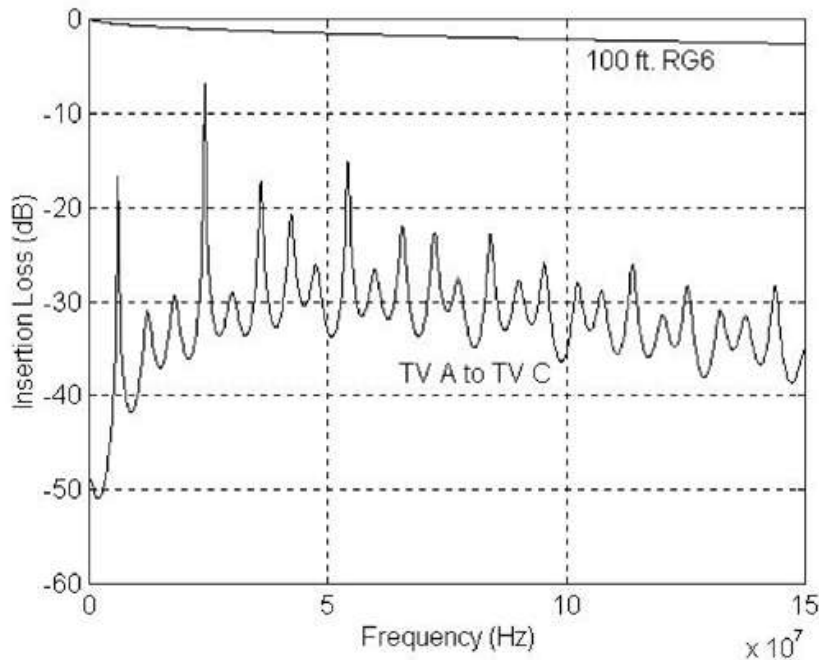
Cấu hình dây cáp đồng trục dẫn tín hiệu trong nhà được thiết lập bằng cách giả thiết nối 3 tivi cùng với 2 bộ chia và bốn đoạn cáp đồng trục như hình 3.8. Như phần lớn các mạng gia đình với dây cáp đồng trục trong nhà, đường truyền giữa các điểm kết nối truyền hình gồm 1 kết nối đầu ra tới đầu ra của một bộ chia. Do độ dài cáp là tương đối ngắn và tần số làm việc không quá cao và để có khoảng cách trống giữa dự trữ kênh hồi tiếp và kênh truyền hình 2, nên việc nối công ra với công ra gây ra suy giảm mức tín hiệu lớn nhất.



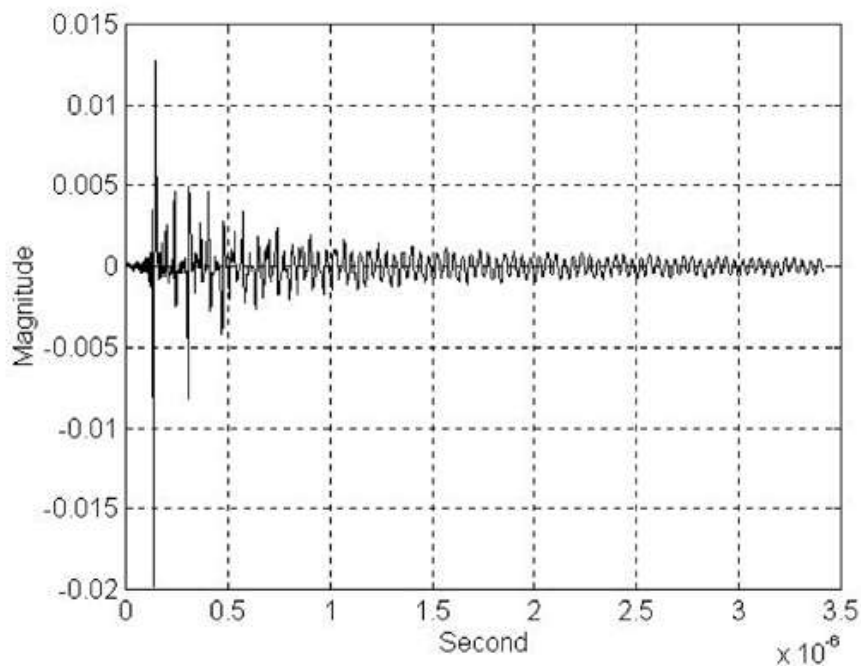
Hình 3.8 Mô hình đơn giản của dây dẫn đồng trục trong nhà

HỆ THỐNG MẠNG TRONG NHÀ

Mô hình kênh nối từ TV A tới TV C trong cấu hình trên được thiết lập bằng cách phân tầng các ma trận tham số ABCD của các đoạn cáp 100 feet, 25 feet và 35 feet. Ma trận tham số ABCD sau đó được chuyển đổi thành suy hao trung gian và đáp ứng xung. Suy hao trung gian trong cấu hình nay được thể hiện trong hình 3.9. Các tham số ước lượng của cáp RG-6 được dùng cho việc tính toán mô hình này. Đáp ứng xung tương ứng được thể hiện trong hình 3.10.



Hình 3.9 Hàm truyền từ TV A đến TV C



Hình 3.10 Đáp ứng xung từ TV A đến TV C

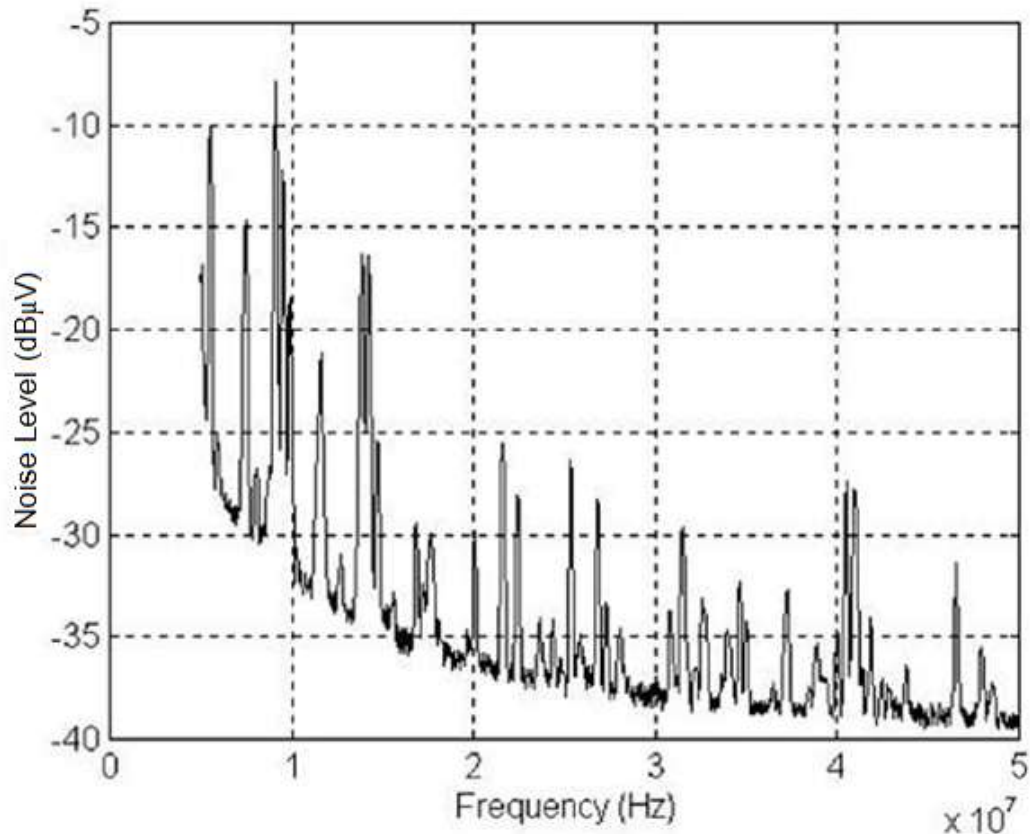
So sánh với cáp đồng trục thẳng, suy hao trung gian của mô hình kênh này cao hơn và không đều theo thang tần số. Mức tín hiệu suy hao cao và không đều liên quan tới đường nối công ra tới công ra của bộ chia phụ thuộc vào từng dải tần. Do đó cần có các kỹ thuật xử lý tín hiệu khác nhau khi tín hiệu qua đường nối công ra tới công ra của bộ chia.

Mô hình cáp đồng trục này được thiết lập dựa trên việc đo đạc (bị hạn chế) trong phòng thí nghiệm. Mô hình này có thể được cải tiến nhờ vào việc cải thiện cáp đồng trục và các mô hình bộ chia. Đặc tính truyền đạt của các bộ chia phụ thuộc rất nhiều vào nhà sản xuất, có thể tăng hiệu quả bằng cách thay đổi hệ số giữa cuộn sơ cấp và thứ cấp của biến áp trong bộ chia.

3.7. Môi trường nhiễu

Các đặc tính truyền được kiểm tra cẩn thận để lắp đặt modem cáp và các dịch vụ số khác. Trong dải tần số từ 5 đến 40 MHz, mức nhiễu là tương đối lớn. Ta thấy rằng sự xâm nhập phổ bị hạn chế trong dải tần số hẹp. Nguồn gốc của sự xâm nhập này là do phát thanh sóng ngắn, truyền thông dải HAM. Nhìn chung, mật độ năng lượng giảm khi tần số tăng.

Nhiều môi trường là tổng hợp của nhiễu nền (khoảng $-40\text{dB}\mu\text{V}$), nhiễu nền phụ thuộc tần số vô tuyến, nhiễu vô tuyến giữa các dải sóng ngắn, nhiễu sóng mang ngẫu nhiên. Trong mô hình nhiễu này, một mặt nạ sóng vô tuyến ngắn được thiết lập theo quy định của FCC. Thêm vào đó, tám nhóm tần số ngẫu nhiên gây nhiễu vô tuyến, mỗi nhóm chứa các tần số ngẫu nhiên, được tạo ra thể hiện mức độ nhiễu khác nhau. Cũng có thêm 240 tần số ngẫu nhiên gây nhiễu được xếp vào mặt nạ sóng vô tuyến ngắn. Các con số ngẫu nhiên được đưa ra để thể hiện khả năng gây nhiễu tại các tần số. Hình 3.11 thể hiện mô hình môi trường nhiễu:



Hình 3.11 Mô hình môi trường nhiễu

Các bộ lọc số thường được xây dựng dựa trên các mô hình nhiễu này. Nhiễu màu có thể được tạo ra (thực hiện bằng mô phỏng) bằng cách đưa nhiễu trắng qua bộ lọc xuyên nhiễu. Với các hệ thống truyền dẫn dải tần tương đối hẹp chỉ chiếm một phần phổ tần số, mô hình nhiễu này có thể được nhân rộng với các bộ lọc lấy một dải tần số nào đó. Trong dải tần 40 đến 52 MHz, nhiễu xâm nhập gần bằng mức nhiễu nền là -40 dBμV.

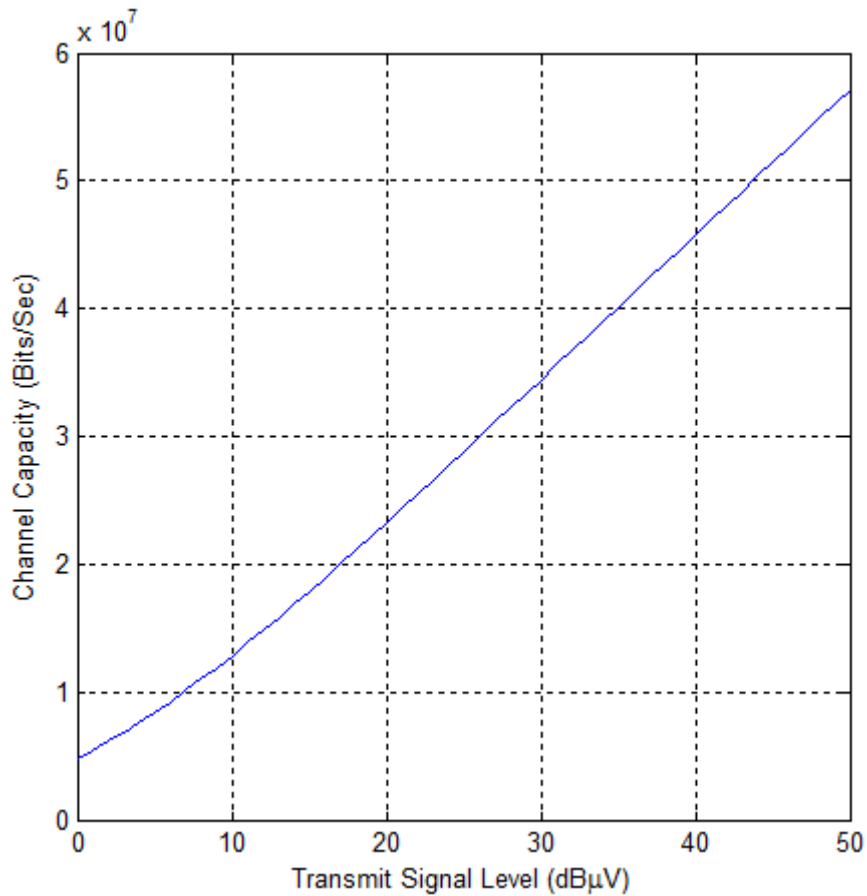
3.8. Dung năng kênh

Dung năng của cáp đồng trục được tính dựa trên mô hình cáp, mô hình xuyên nhiễu và mật độ phổ công suất tín hiệu truyền. Ta có thể dùng

Phương trình 3.13:

$$C = \int_{f_1}^{f_2} \log_2 \left[1 + \text{PSD} \frac{H(f)}{N(f)} \right] df$$

Khi chọn $f_1=42\text{MHz}$, $f_2= 52\text{MHz}$. Với PSD từ 0 tới 50 dBμV ta có dung năng kênh như hình 3.12



Hình 3.12 Dung năng kênh của dây dẫn cáp đồng trục trong nhà

Tại mức tín hiệu phát min là 0 dB μ V, dung năng kênh tại tần số trong dải từ 40 tới 52 MHz là nhỏ. Vì mức tín hiệu gần với mức nhiễu nền -40dB μ V với suy hao kênh là -30dB μ V. Thêm vào đó, nhiễu cũng làm giảm dung năng kênh. Mặt khác, khi tín hiệu cỡ 50 dB μ V, dung năng kênh cỡ 60 Mbps.

Chương 4:

KẾT QUẢ CHƯƠNG TRÌNH MÔ PHỎNG

Phần mềm em chọn để viết chương trình mô phỏng là phần mềm Matlab phiên bản 7.8 bởi vì trong chương trình đào tạo của ngành điện tử viễn thông trường đại học dân lập Hải Phòng, phần mềm matlab đã được giới thiệu và giảng dạy. Qua quá trình học tập, em nhận thấy phần mềm lập trình này có nhiều ưu điểm là thân thiện với người sử dụng, với cùng một ứng dụng nó có thể tiết kiệm thời gian và công sức hơn các chương trình khác. Hơn nữa matlab rất mạnh trong tính toán toán học và khả năng mạnh mẽ về đồ họa, qua đó có thể thiết kế riêng giao diện người dùng (GUI – Graphic User Interface) để giải quyết các vấn đề riêng.

Trong giao diện có thể xuất dữ liệu dưới 2 dạng văn bản và đồ họa. Mỗi một GUI có một hay nhiều diện mạo khác nhau. Việc tạo GUI tạo nên một công cụ đồ họa phục vụ nhập xuất dữ liệu một cách trực giác thuận tiện. Giao diện người dùng sẽ giúp có được cái nhìn trực quan và có thể hiểu sâu hơn về vấn đề được trình bày trong đồ án.

Thông qua những phân tích, đánh giá phương trình dung năng kênh, em sẽ xây dựng các chương trình mô phỏng để tính toán dung năng kênh trong một số điều kiện cụ thể, loại môi trường cụ thể đối với các loại cáp 3 cặp xoắn, 4 cặp xoắn, 5 cặp xoắn, cáp Quad-22, cáp FW-26, cáp đồng trục. Chương trình mô phỏng thể hiện các kết quả khảo sát dung năng kênh trực quan, rõ ràng hơn. Việc thay đổi các tham số trong chương trình mô phỏng là rất dễ dàng. Kết quả của việc thay đổi tham số này cũng sẽ được hiện thị luôn. Qua đó, giúp người dùng dễ dàng nhận ra sự tác động của việc thay đổi này.

4.1. Giao diện chính



Hình 4.1. Giao diện chính chương trình mô phỏng

Trong cửa sổ giao diện chính chương trình mô phỏng là hai loại phương tiện truyền dẫn sẽ được khảo sát dung năng kênh là cáp xoắn đôi và cáp đồng. Khi kích chuột vào loại phương tiện truyền dẫn muốn khảo sát dung năng kênh một cửa sổ giao diện mới sẽ xuất hiện và cửa sổ giao diện chính sẽ được đóng lại.

4.2. Giao diện mô phỏng dung năng kênh của cáp xoắn đôi



Hình 4.2. Giao diện mô phỏng dung năng kênh của cáp xoắn đôi

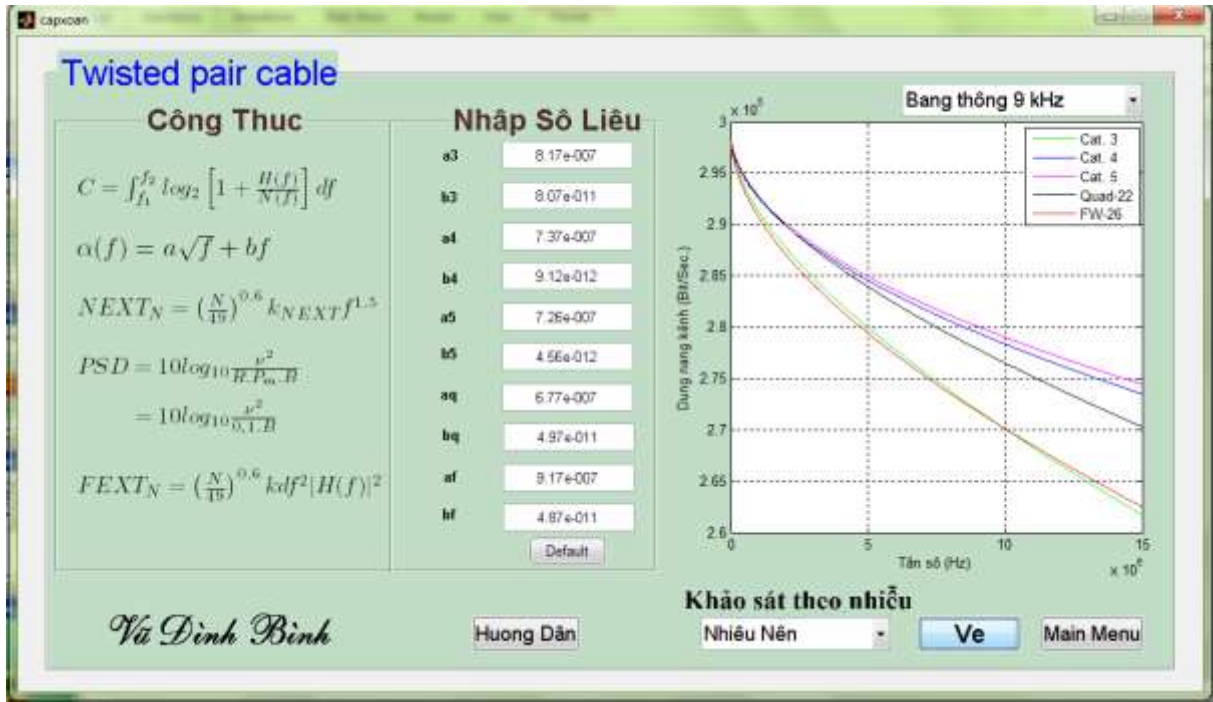
Hình 4.2 thể hiện giao diện mô phỏng dung năng kênh của cáp xoắn đôi và dây dẫn trong nhà. Giao diện khảo sát dung năng kênh của cáp xoắn bao gồm cả khảo sát dung năng kênh dây dẫn trong nhà. Em gọi chung là khảo sát dung năng kênh của cáp xoắn.

Chương trình khảo sát dung năng kênh của các loại cáp với chiều dài là 100m. Để khảo sát dung năng kênh của cáp xoắn, trước hết cần nhập số liệu cho các tham số suy hao của hằng số truyền dẫn $\gamma(f)$ để tính được hàm truyền $H(f)$. Từ đây ta sẽ tính toán dung năng kênh cho các loại hình cáp với một số băng thông tín hiệu.

Chương trình sẽ tính dung năng kênh của các cáp 3 cặp xoắn, 4 cặp xoắn, 5 cặp xoắn, cáp Quad-22 và cáp FW-26 thông qua các thiết lập tham số suy hao của các loại cáp là a và b, băng thông và loại nhiễu ảnh hưởng. Kết quả tính toán sẽ được mô phỏng trên đồ thị.

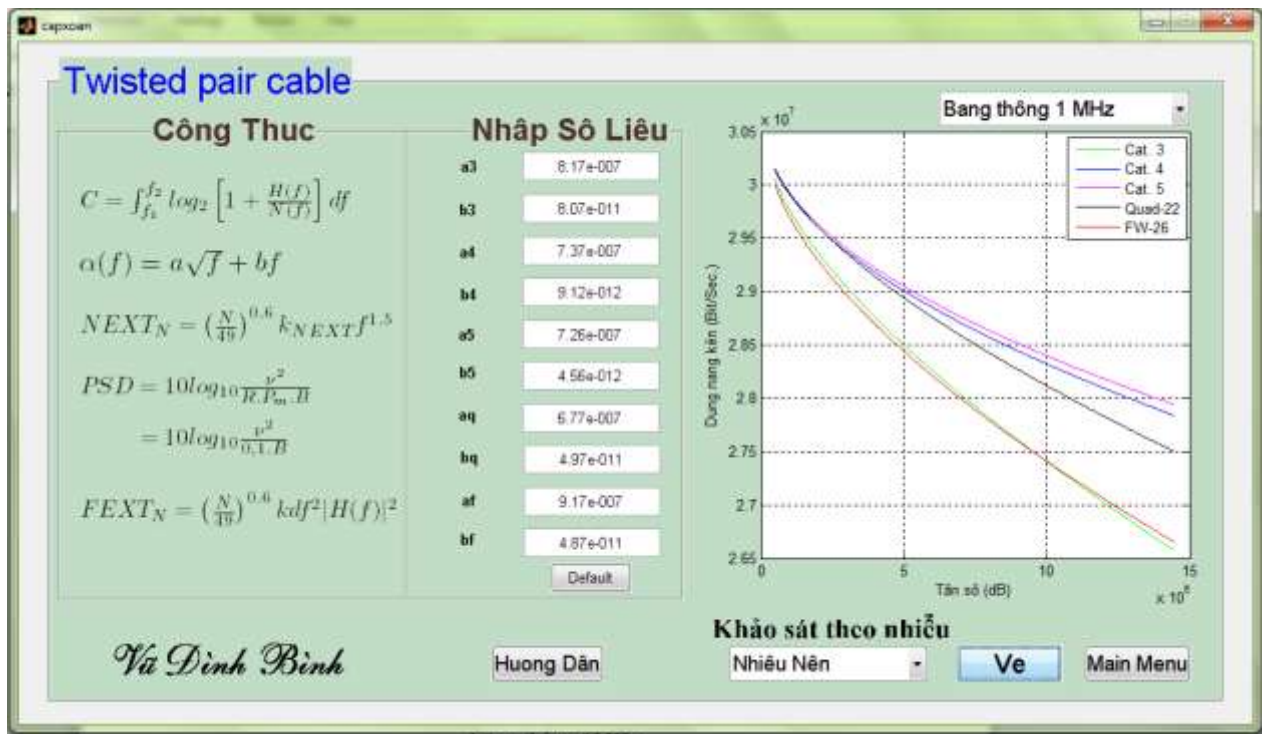
Với $a_3 = 8.17 \times 10^{-7}$, $b_3 = 8.07 \times 10^{-11}$, $a_4 = 7.73 \times 10^{-7}$, $b_4 = 9.12 \times 10^{-12}$, $a_5 = 7.26 \times 10^{-7}$, $b_5 = 4.56 \times 10^{-12}$, $a_q = 6.77 \times 10^{-7}$, $b_q = 4.97 \times 10^{-11}$, $a_f = 9.17 \times 10^{-7}$, $b_f = 4.87 \times 10^{-11}$, băng thông 9kHz, và nhiễu nền -140dBm/Hz

với tần số trung tâm lên đến 15MHz. Dung năng kênh trong khoảng từ 260 đến 300kbps. Ta có kết quả như hình 4.3.



Hình 4.3. Kết quả khảo sát dung năng kênh khi có nhiễu nền -140dBm/Hz với băng thông 9kHz

Cũng với các tham số như trên, $a_3 = 8.17 \times 10^{-7}$, $b_3 = 8.07 \times 10^{-11}$, $a_4 = 7.73 \times 10^{-7}$, $b_4 = 9.12 \times 10^{-12}$, $a_5 = 7.26 \times 10^{-7}$, $b_5 = 4.56 \times 10^{-12}$, $a_q = 6.77 \times 10^{-7}$, $b_q = 4.97 \times 10^{-11}$, $a_f = 9.17 \times 10^{-7}$, $b_f = 4.87 \times 10^{-11}$, nhiễu nền -140dBm/Hz với tần số trung tâm lên đến 15MHz. Khi băng thông thay đổi lên đến 1MHz ta thu được kết quả dung năng kênh trong khoảng từ 26,5 đến 30,5 Mbps như hình 4.4.



Hình 4.4. Kết quả khảo sát dung năng kênh khi có nhiễu nền -140dBm/Hz với băng thông 1MHz

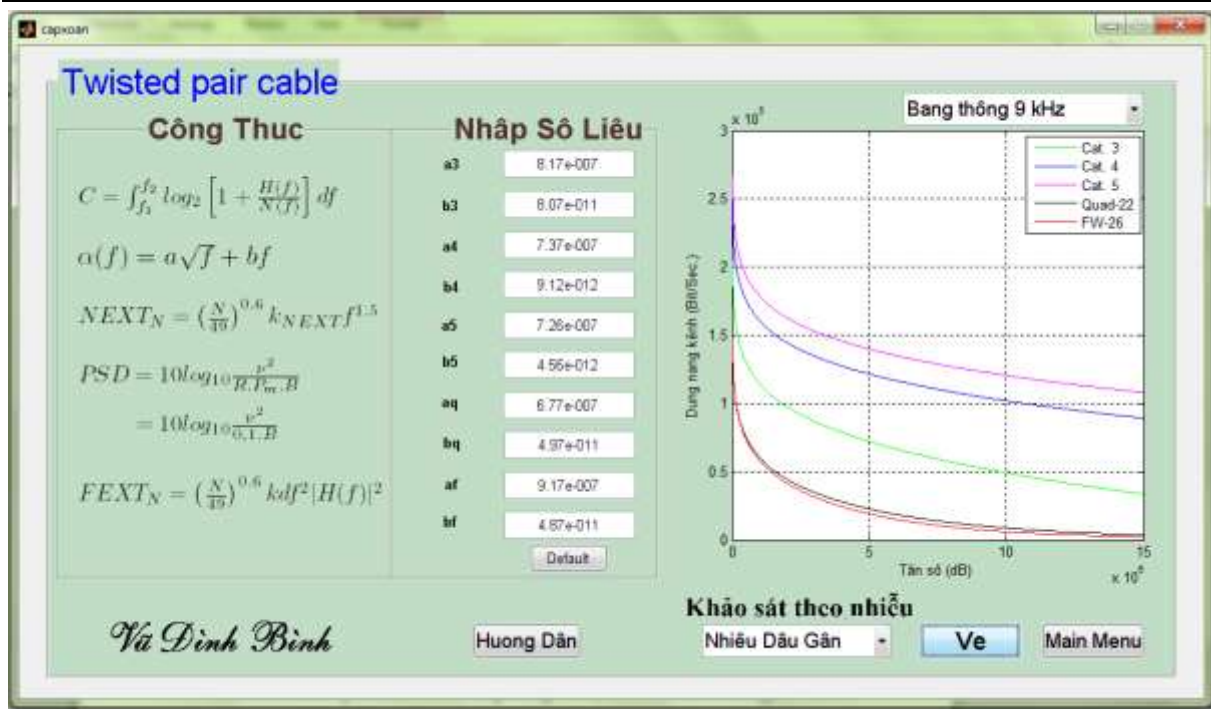
Cũng với các tham số như trên, $a_3 = 8.17 \times 10^{-7}$, $b_3 = 8.07 \times 10^{-11}$, $a_4 = 7.73 \times 10^{-7}$, $b_4 = 9.12 \times 10^{-12}$, $a_5 = 7.26 \times 10^{-7}$, $b_5 = 4.56 \times 10^{-12}$, $a_q = 6.77 \times 10^{-7}$, $b_q = 4.97 \times 10^{-11}$, $a_f = 9.17 \times 10^{-7}$, $b_f = 4.87 \times 10^{-11}$, nhiễu nền -140dBm/Hz với tần số trung tâm lên đến 15MHz. Khi băng thông thay đổi lên đến 10MHz ta thu được kết quả dung năng kênh trong khoảng từ 205 đến 165 Mbps như hình 4.5



Hình 4.5. Kết quả khảo sát dung năng kênh khi có nhiễu nền -140dBm/Hz với băng thông 10MHz

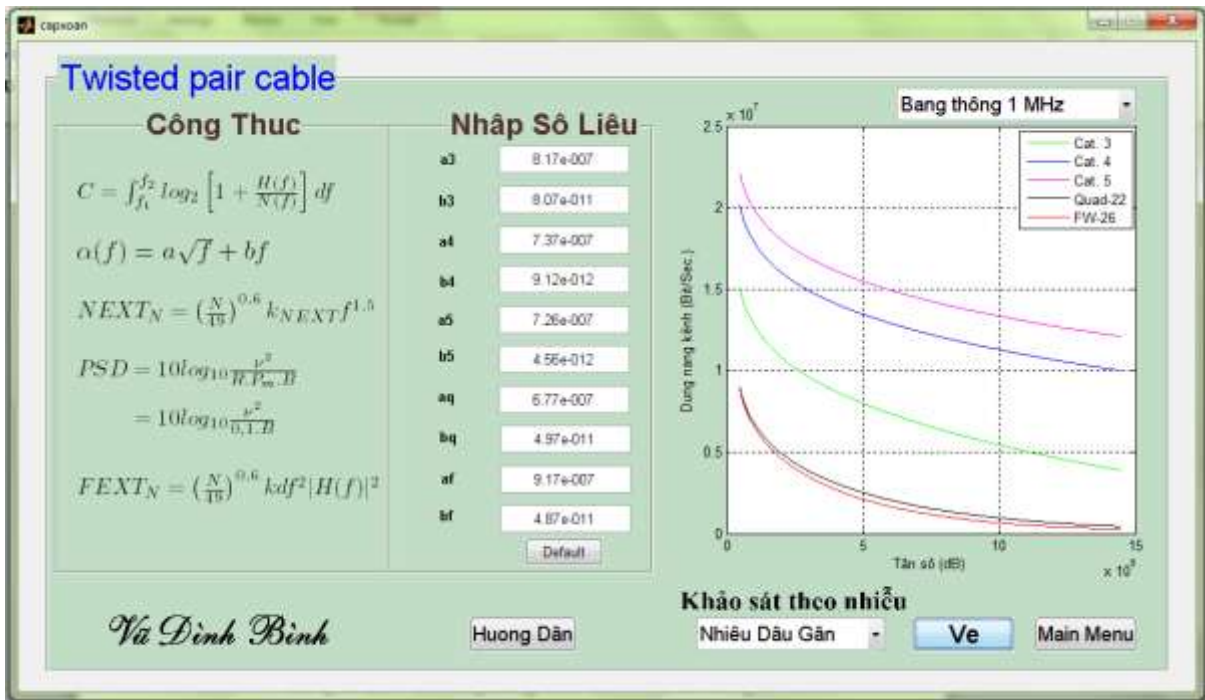
Ta có thể dễ dàng nhận thấy ảnh hưởng của nhiễu nền tới dung năng kênh của cáp xoắn khi băng thông thay đổi. Băng thông càng lớn sự suy giảm dung năng kênh càng nhanh khi ở tần số cao.

Với $a_3 = 8.17 \times 10^{-7}$, $b_3 = 8.07 \times 10^{-11}$, $a_4 = 7.73 \times 10^{-7}$, $b_4 = 9.12 \times 10^{-12}$, $a_5 = 7.26 \times 10^{-7}$, $b_5 = 4.56 \times 10^{-12}$, $a_q = 6.77 \times 10^{-7}$, $b_q = 4.97 \times 10^{-11}$, $a_f = 9.17 \times 10^{-7}$, $b_f = 4.87 \times 10^{-11}$, băng thông 9kHz, tần số trung tâm lên đến 15 MHz. Xuất hiện một loạt các dạng dung năng kênh khác nhau giữa các loại cáp và dây dẫn trong nhà ở các tần số khác nhau. Dung năng kênh của loại cáp 5 cặp xoắn là hơn 100 kbps, và dung năng kênh của dây dẫn trong nhà Quad và Flat nhỏ hơn 10 kbps ở tần số 15 MHz. Ta có kết quả như hình 4.6.



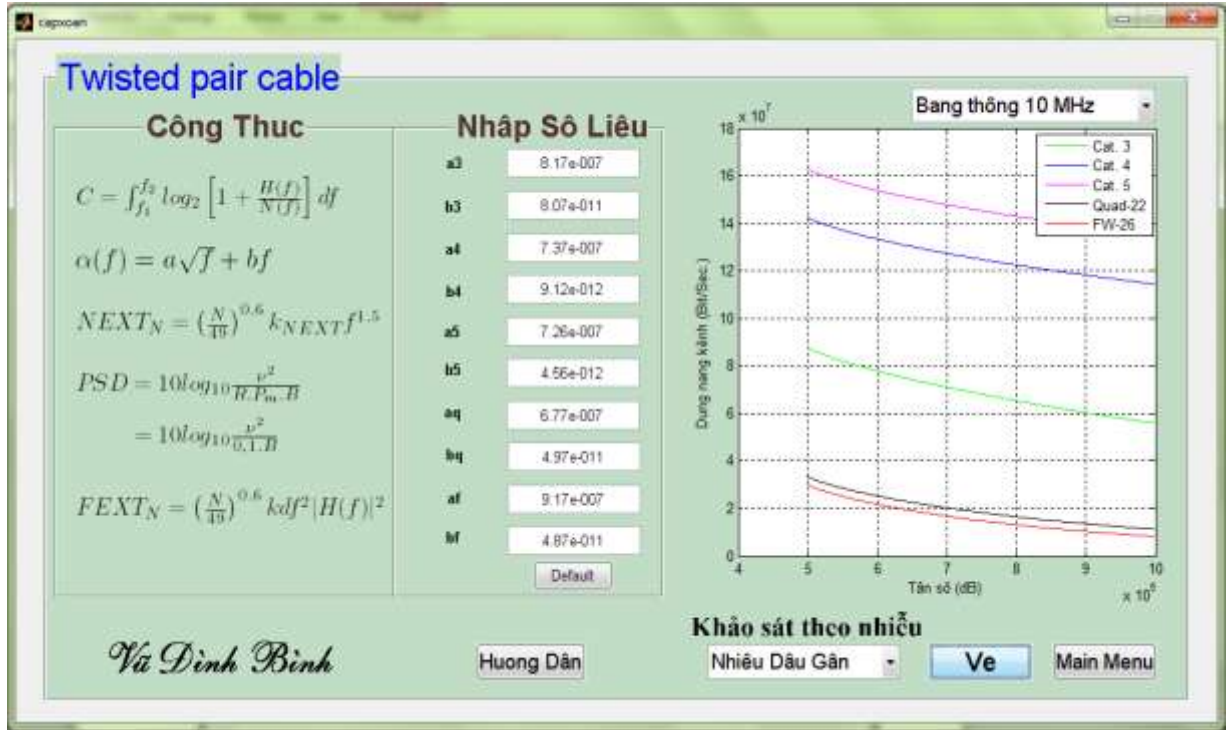
Hình 4.6. Kết quả khảo sát dung năng kênh khi có nhiễu đầu gần NEXT

Cũng với các tham số như trên, khi băng thông thay đổi lên đến 1MHz, $a_3 = 8.17 \times 10^{-7}$, $b_3 = 8.07 \times 10^{-11}$, $a_4 = 7.73 \times 10^{-7}$, $b_4 = 9.12 \times 10^{-12}$, $a_5 = 7.26 \times 10^{-7}$, $b_5 = 4.56 \times 10^{-12}$, $a_q = 6.77 \times 10^{-7}$, $b_q = 4.97 \times 10^{-11}$, $a_f = 9.17 \times 10^{-7}$, $b_f = 4.87 \times 10^{-11}$, băng thông 1 MHz, tần số trung tâm lên đến 15 MHz ta thu được kết quả dung năng kênh trong khoảng từ 5 đến 25 Mbps như hình 4.7.



Hình 4.7. Kết quả khảo sát dung năng kênh khi có nhiễu đầu gần NEXT

Cũng với các tham số như trên, khi băng thông thay đổi lên đến 1MHz, $a_3 = 8.17 \times 10^{-7}$, $b_3 = 8.07 \times 10^{-11}$, $a_4 = 7.73 \times 10^{-7}$, $b_4 = 9.12 \times 10^{-12}$, $a_5 = 7.26 \times 10^{-7}$, $b_5 = 4.56 \times 10^{-12}$, $a_q = 6.77 \times 10^{-7}$, $b_q = 4.97 \times 10^{-11}$, $a_f = 9.17 \times 10^{-7}$, $b_f = 4.87 \times 10^{-11}$, băng thông 10MHz, tần số trung tâm lên đến 15 MHz ta thu được kết quả dung năng kênh trong khoảng 252 đến 260 MHz như hình 4.8.



Hình 4.8. Kết quả khảo sát dung năng kênh khi có nhiễu đầu gần NEXT

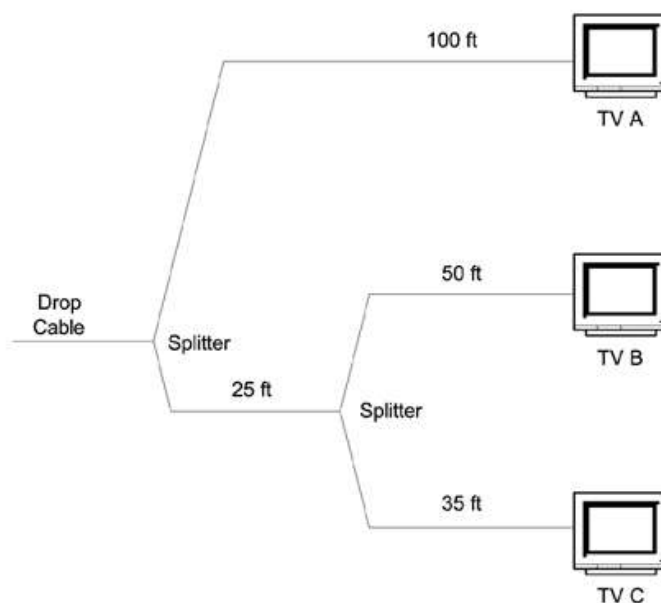
Ảnh hưởng của NEXT thường cao hơn nhiễu nền. NEXT sẽ tăng khi tần số càng cao. Dưới ảnh hưởng của nhiễu đầu gần NEXT dung năng kênh không có sự suy giảm quá nhanh như ảnh hưởng của nhiễu nền. Qua một vài kết quả trên, ta nhận thấy cáp loại 5 cặp xoắn tốt hơn các loại cáp còn lại. Dung năng kênh cao và khả năng chống nhiễu tốt.

4.3. Giao diện mô phỏng dung năng kênh của cáp đồng trục



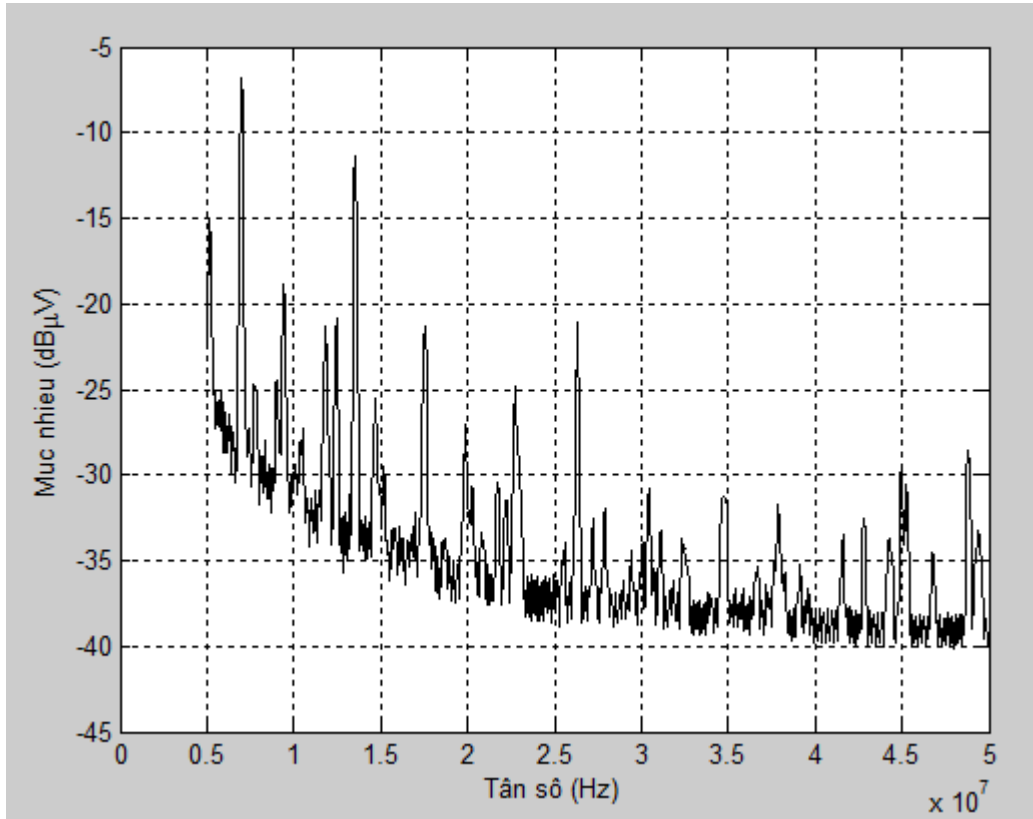
Hình 4.9. Giao diện mô phỏng dung năng kênh của cáp đồng trục

Chương trình mô phỏng khảo sát dung năng kênh của cáp đồng trục dựa vào mô hình cáp, mô hình xuyên nhiễu và mật độ phổ công suất tín hiệu truyền. Mô hình nối 3 tivi dùng 2 bộ chia và bốn đoạn cáp đồng trục nối từ TV A tới TV C như hình 4.10. Mô hình kênh được thiết lập bằng cách phân tầng các ma trận tham số ABCD của các đoạn cáp 100 feet, 25 feet và 35 feet. Ma trận tham số ABCD sau đó được chuyển đổi thành suy hao trung gian và đáp ứng xung.



Hình 4.10. Mô hình phân chia cáp đồng trục

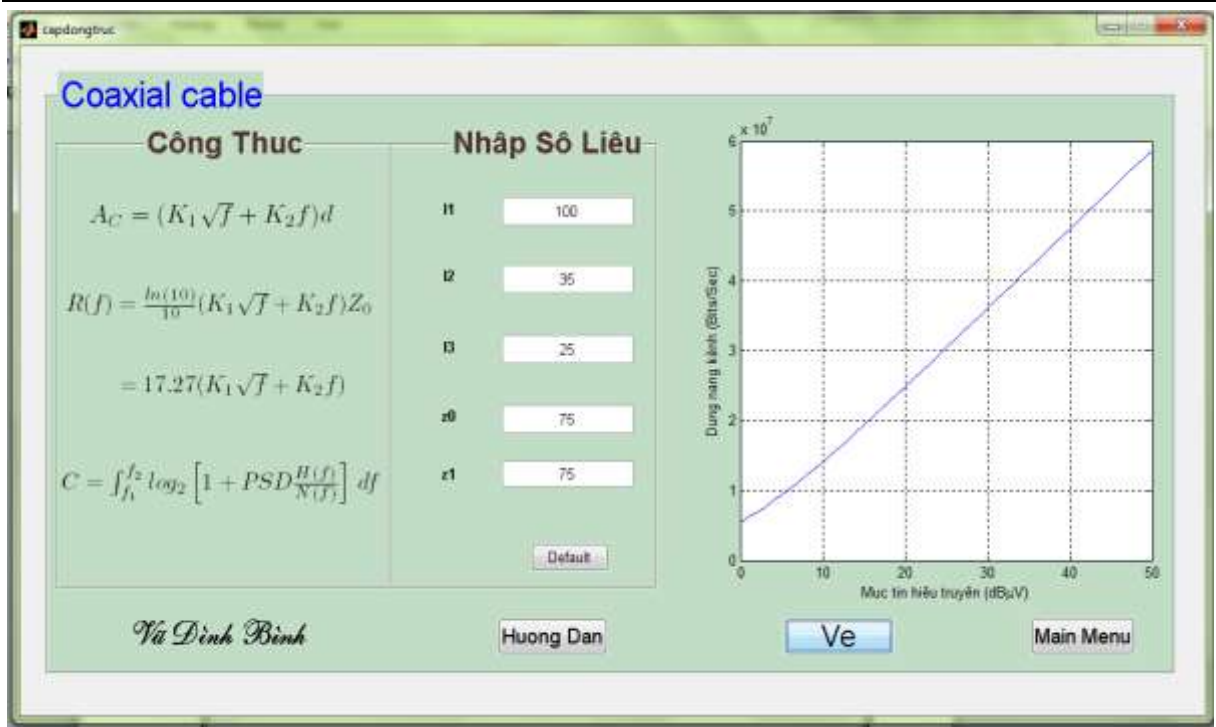
Mô hình môi trường nhiễu được chuẩn hóa sẽ tác động đến dung năng kênh của cáp đồng trục như hình 4.11.



Hình 4.11. Mô hình chuẩn hóa môi trường nhiễu

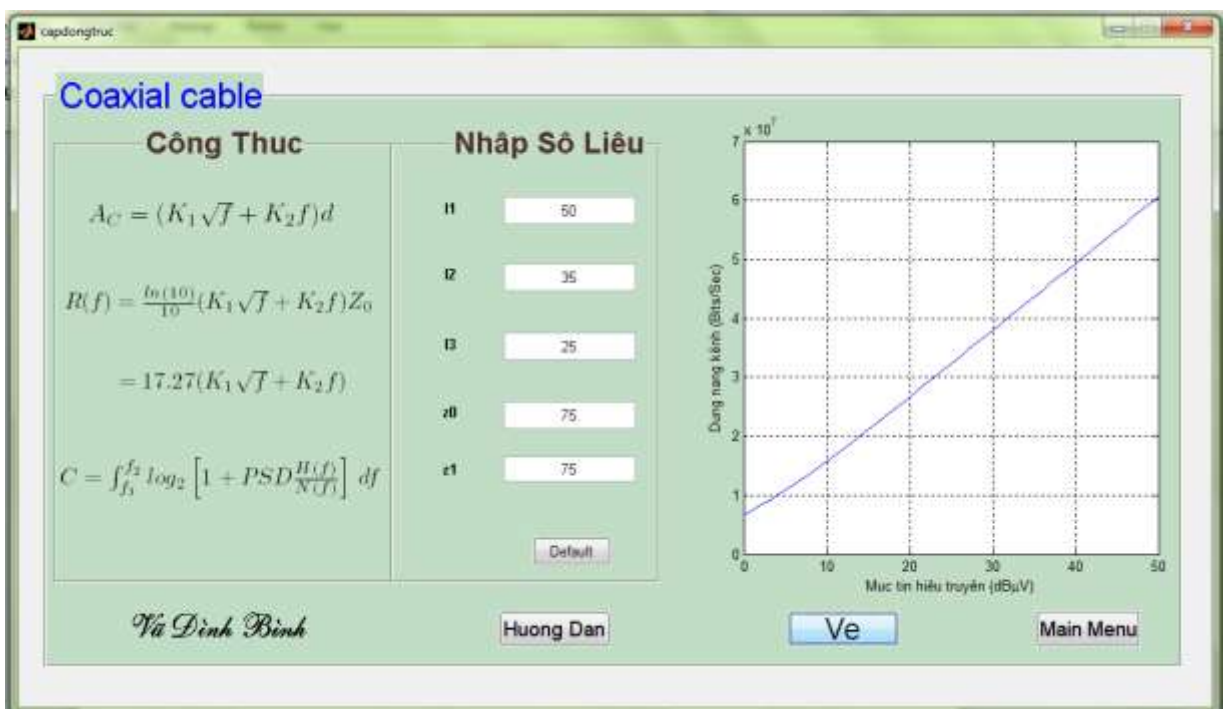
Hình 4.5 thể hiện dung năng kênh của cáp đồng trục. Chương trình sẽ tính dung năng kênh của cáp đồng trục thông qua các thiết lập tham số. Kết quả tính toán sẽ được mô phỏng trên đồ thị.

Với các tham số $l_1 = 100$ feet, $l_2 = 35$ feet, $l_3 = 25$ feet, $z_0 = 75\Omega$, $z_1 = 75\Omega$ và PSD từ 0 tới $50 \text{ dB}\mu\text{Vta}$ có được kết quả mô phỏng như hình 4.12. Dung năng kênh nằm trong khoảng 5 đến dưới 6 Mbps.



Hình 4.12. Kết quả mô phỏng dung năng kênh.

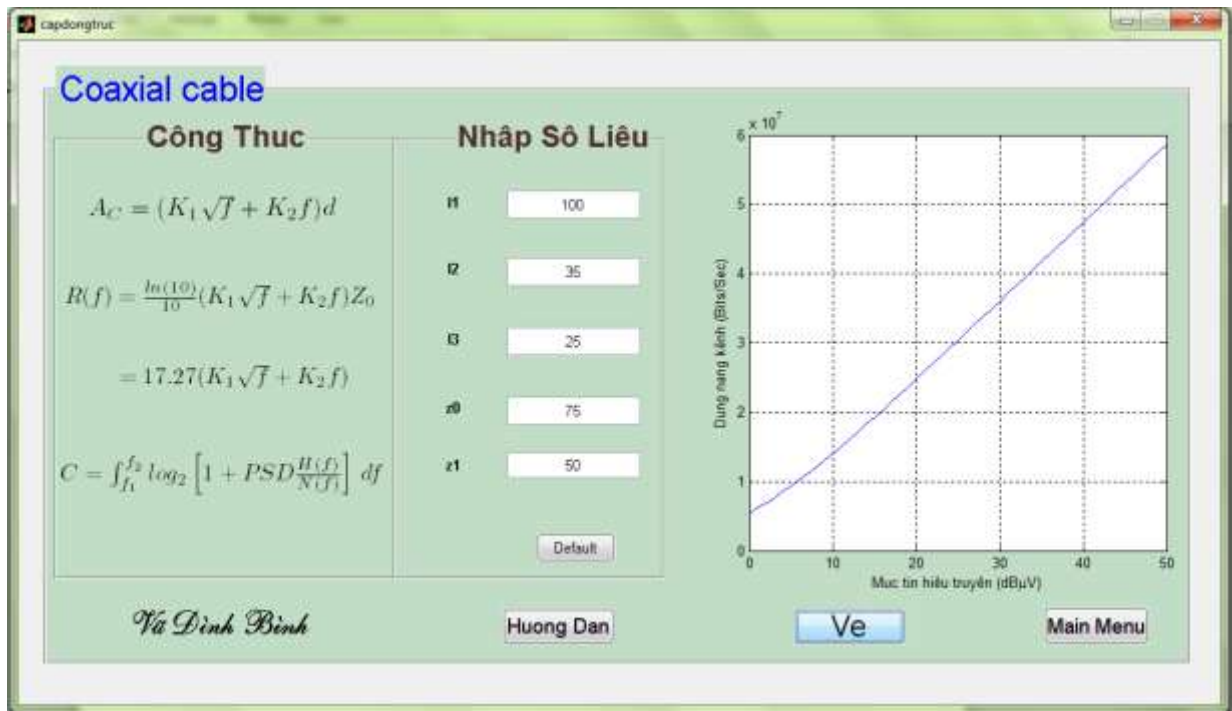
Với mô hình nhiễu đã được chuẩn hóa và PSD từ 0 đến 50 dBμV, khi thay đổi chiều dài cáp l1 = 50 ft, l2 = 35 feet, l3 = 25 feet, z0 = 75Ω, z1 = 75Ω. Ta thu được kết quả như hình 4.13. Khi mức tín hiệu truyền tăng cao, độ dài cáp ngắn hơn thì dung năng kênh cao hơn. Ở mức tính hiệu truyền thấp, dung năng kênh không có nhiều khác biệt.



Hình 4.13. Kết quả mô phỏng khi thay đổi l1 = 50ft

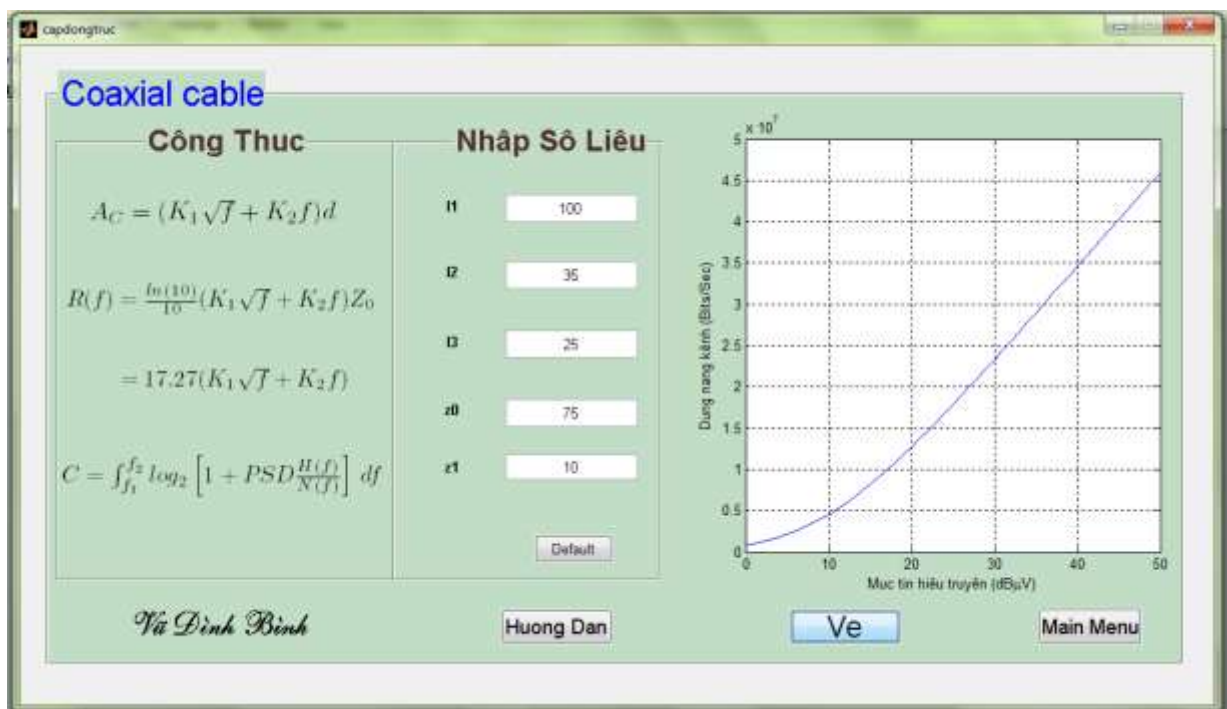
HỆ THỐNG MẠNG TRONG NHÀ

Với các tham số $l_1 = 100$ feet, $l_2 = 35$ feet, $l_3 = 25$ feet, $z_0 = 75\Omega$, $z_1 = 50\Omega$ và PSD từ 0 tới $50 \text{ dB}\mu\text{V}$. Ta thu được kết quả như hình 4.14.



Hình 4.14. Kết quả dung năng kênh khi phối hợp trở kháng $z_1 = 50\Omega$

Với các tham số $l_1 = 100$ feet, $l_2 = 35$ feet, $l_3 = 25$ feet, $z_0 = 75\Omega$, $z_1 = 10\Omega$ và PSD từ 0 tới $50 \text{ dB}\mu\text{V}$. Ta thu được kết quả như hình 4.15.



Hình 4.15. Kết quả dung năng kênh khi phối hợp trở kháng $z_1 = 10\Omega$

Khi phối hợp trở kháng có sự thay đổi lớn nằm ngoài khoảng cho phép, dung năng kênh cũng có sự thay đổi rất lớn ngay cả khi mức tín hiệu truyền thấp. Rõ ràng việc phối hợp trở kháng rất quan trọng quá trình chia nhánh cáp đồng trục.

KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN ĐỀ TÀI

Với đề án này, em đã tìm hiểu về một số loại phương tiện truyền dẫn phục vụ cho hệ thống mạng trong nhà, cụ thể là cáp xoắn và cáp đồng trục. Thực hiện phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình truyền dẫn: thông số của cáp, các loại nhiễu và mô hình nhiễu từ đó tiến hành khảo sát dung năng kênh của loại phương tiện truyền dẫn trong một số điều kiện cụ thể, loại môi trường cụ thể. Qua đó, có được cái nhìn tổng quát về các yếu tố ảnh hưởng đến hệ thống mạng trong nhà.

Qua quá trình nghiên cứu, em hiểu sâu thêm về khái niệm cũng như khả năng, cách thức truyền của từng loại hình kênh, nhờ đó có thể vận dụng vào thực tế cũng như hiểu sâu thêm về khối kiến thức kênh truyền, một trong số những phần kiến thức quan trọng của ngành điện tử viễn thông.

Đề tài có thể tiếp tục phát triển mở rộng đối tượng nghiên cứu như: Ethernet, FireWire, sóng vô tuyến, mạng không dây... hay khảo sát dung năng kênh trong nhiều điều kiện khác nhau, môi trường khác nhau. Từ đề tài nghiên cứu này có thể phát triển thêm thành các bộ modul mô phỏng để kiểm tra, ghép nối, so sánh các loại kênh truyền. Đây là những hướng phát triển tiếp tục của đề tài sau này.

Tài liệu tham khảo

1. Walter Y.Chen (2003), *Home Network Basic*

2. Các trang web tham khảo

<http://fcc.gov>

<http://ebook.edu.vn>

<http://en.wikipedia.org>