

## CÔNG NGHỆ ATM VÀ ỨNG DỤNG TRONG MẠNG CỤC BỘ LAN

VŨ DUY LỢI

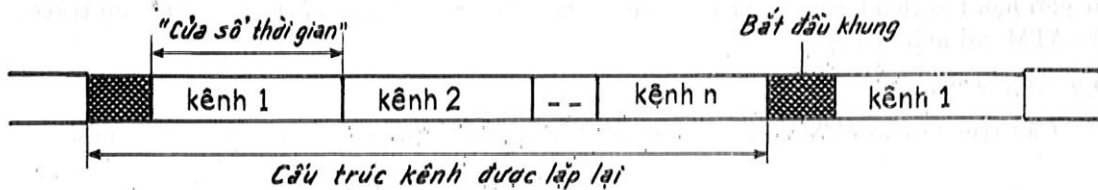
**Abstract.** In this paper we present some selected important features of the Asynchronous Transfer Mode ATM and its application as backbone network technology used in Local Area Network LAN. Various standardized methods used to implement ATM-based LAN are mentioned. We consider the LAN Emulation according to ATM Forum in detail. The ATM-based network interconnection system COSY (Cell Oriented system) which the author was working for is illustrated as an example for implementing an ATM-based LAN.

### 1. CÔNG NGHỆ ATM

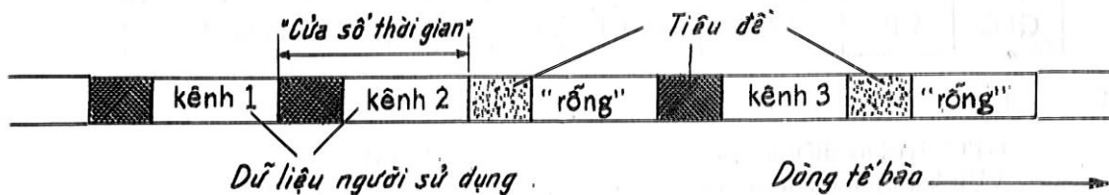
#### 1.1. Nguyên tắc hoạt động

ATM là công nghệ trộn tách kênh theo thời gian không đồng bộ (hình 1). Khác với công nghệ trộn tách kênh theo thời gian đồng bộ mà ở đó, các kênh số liệu được dành sẵn cho từng cửa sổ thời gian nhất định trong khoảng thời gian phân bố - không cần biết chúng được sử dụng để truyền số liệu hay không (hình 1.a), công nghệ trộn tách kênh theo thời gian không đồng bộ cho phép sử dụng hữu hiệu hơn dải thông sẵn có bằng cách chỉ phân cửa sổ thời gian cho các kênh có số liệu trao đổi mà thôi (hình 1.b).

##### a) Phương pháp trộn tách kênh theo thời gian đồng bộ



##### b) Phương pháp trộn tách kênh theo thời gian không đồng bộ



Hình 1. Nguyên tắc trộn, tách kênh theo thời gian

Kênh truyền dẫn ATM được tổ chức theo cấu trúc kênh ảo (virtual channels). Để phân biệt các kênh ảo, người ta dùng từ định danh (Identifier): mỗi kênh số liệu có một từ định danh riêng, xác định VCI (Virtual Channel Identifier). Nhiều kênh ảo - thông thường có cùng đặc trưng lưu lượng số liệu (có cùng một độ trễ hoặc cùng dung lượng trao đổi số liệu giữa hai thiết bị cuối), hợp thành một đường ảo (virtual path). Đường ảo cũng có từ định danh riêng, xác định VPI (Virtual Path Identifier). Cấu trúc đường ảo cho phép giảm mức độ phức tạp và thời gian xử lý thiết lập và giải phóng kênh truyền.

ATM là công nghệ truyền dẫn số liệu hướng kết nối (connection-oriented) với các dịch vụ báo hiệu thích hợp (signaling) để thiết lập và giải phóng kênh truyền. Phương thức trao đổi số liệu



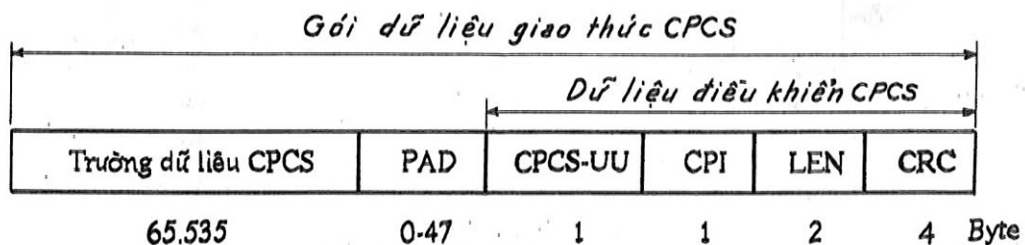
1.2.3. Mức thích ứng AAL

Do tế bào ATM được tạo ra độc lập và được dùng làm cơ sở trao đổi số liệu của các ứng dụng, cần phải đáp ứng các yêu cầu khác nhau của các ứng dụng khác nhau qua một mức trung gian: mức thích ứng AAL. Việc phân chia thành các lớp ứng dụng khác nhau dựa trên một số nguyên tắc sau: quan hệ về thời gian của số liệu được chuyển giữa nguồn và đích, tốc độ truyền, cấu trúc liên kết trao đổi số liệu. Tổng quan về bốn lớp dịch vụ trên hệ truyền dẫn ATM được mô tả trong hình 3.

Thuộc tính	Lớp A	Lớp B	Lớp C	Lớp D
Quan hệ thời gian nguồn-đích	Điều kiện bắt buộc		Điều kiện không bắt buộc	
Tốc độ truyền	Cố định	Thay đổi		
Loại kết nối	Hướng kết nối			Không kết nối
Loại AAL	AAL 1	AAL 2	AAL 3/4 AAL 5	AAL 3/4 AAL 5
Ứng dụng	$n \cdot 64$ kbit/s	Ảnh, tiếng nói	Frame Relay	SMDS

Hình 3. Các lớp dịch vụ trong hệ truyền dẫn ATM

Về nguyên tắc, mỗi lớp dịch vụ có một cấu trúc số liệu riêng, thích ứng với yêu cầu đặc thù của dịch vụ cần cung cấp. Ví dụ, cấu trúc số liệu của lớp thích ứng AAL 5 dùng trong các dịch vụ thông tin số liệu như dịch vụ báo hiệu, quản trị, mô phỏng LAN v.v. được mô tả trong hình 4. Toàn bộ gói số liệu AAL 5 được bảo vệ bằng mã nhị phân tuần hoàn CRC (32 bit). Số liệu cần truyền chứa trong trường số liệu CPCS-PDU-Payload, nhiều nhất là 65.535 byte. Trường PAD có độ dài thay đổi từ 0 đến 47, được thêm vào bằng các số liệu không, sao cho toàn bộ gói số liệu AAL 5 có tổng độ dài bằng  $n \cdot 48$  ( $n$  là một số nguyên).



Hình 4. Cấu trúc gói số liệu AAL 5

2. ỨNG DỤNG ATM TRONG MẠNG CỤC BỘ LAN

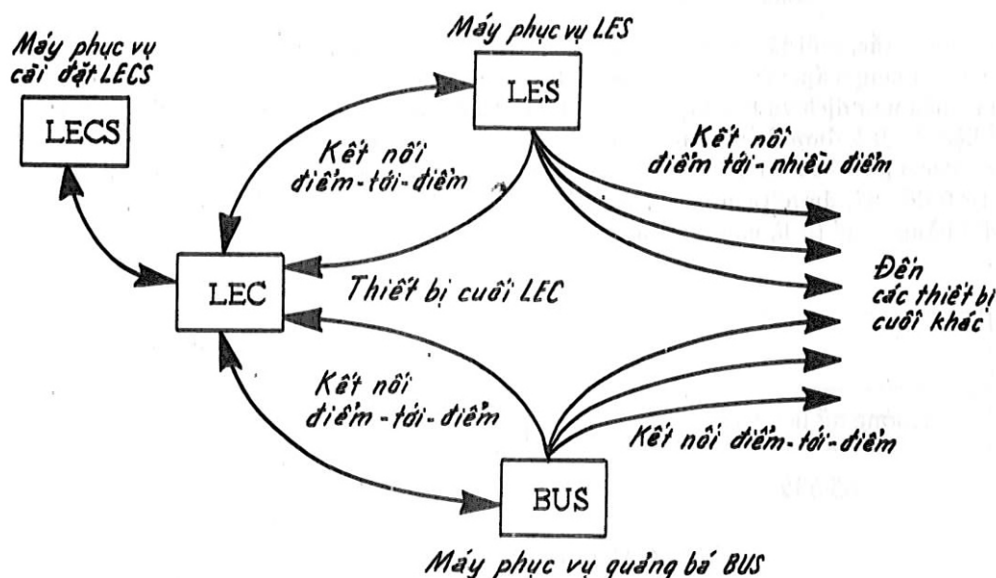
2.1. Vì sao ?

Khác với các công nghệ LAN truyền thống (shared medium), ATM là công nghệ chuyển mạch được thực hiện hoàn toàn bằng phần cứng (switched medium), có khả năng cung cấp dải thông tối đa cho các thiết bị cuối hiệu suất cao, hữu hiệu hơn cả các giải pháp trung gian hiện nay như công nghệ chuyển mạch Ethernet. ATM cho phép thực hiện truyền dẫn số liệu tích hợp, bao gồm số liệu, tiếng nói và hình ảnh, điều mà công nghệ mạng cục bộ truyền thống đến nay chưa đáp ứng được. Hơn nữa, dùng ATM trong mạng cục bộ chủ yếu là tận dụng sự phân chia dải thông cao, linh hoạt và đặc trưng chuyển mạch của ATM, do đó không phụ thuộc nhiều vào quá trình chuẩn hóa. Với tiến bộ của công nghệ vi mạch lập trình được (programmable logic devices), người ta hoàn toàn có khả năng bổ sung, hoàn thiện những tính năng kỹ thuật mới được chuẩn hóa đối với các thiết bị cuối và thiết bị chuyển mạch.

## 2.2. Các dịch vụ không kết nối

Sử dụng ATM trong LAN có những vấn đề riêng của nó. Về bản chất ATM là công nghệ chuyển mạch gói có độ dài gói số liệu ngắn, cố định, hướng kết nối, trong khi các công nghệ mạng cục bộ truyền thống sử dụng chung môi trường truyền dẫn, là công nghệ chuyển mạch gói có độ dài gói số liệu thay đổi, không kết nối. Trong mạng ATM, các thiết bị có nhu cầu trao đổi số liệu phải thiết lập và giải phóng kênh truyền bằng các thủ tục báo hiệu chuẩn. Ngược lại, trong các mạng cục bộ, không phải thiết lập và giải phóng kênh trao đổi số liệu. Như vậy, thực hiện mạng cục bộ trên cơ sở ATM thực chất là thực hiện các dịch vụ không hướng kết nối trong môi trường chuyển mạch hướng kết nối [4]. Những giải pháp kỹ thuật tiêu chuẩn chính để thực hiện mạng cục bộ LAN trên cơ sở công nghệ ATM là: a) thực hiện thủ tục IP trên mạng ATM [6], và b) mô phỏng mạng cục bộ. Sau đây là mô tả giải pháp mô phỏng mạng cục bộ theo khuyến cáo của diễn đàn ATM [2].

Các dịch vụ cần thiết cho mạng LAN mô phỏng (emulated LAN) bao gồm các chức năng chính sau: mô phỏng thiết bị cuối LEC (LAN Emulation Client), mô phỏng máy phục vụ cài đặt LECS (LAN Emulation Configuration Server), mô phỏng máy phục vụ LES (LAN Emulation Server) và mô phỏng máy phục vụ quảng bá BUS (Broadcast/Unknown Server) (hình 5). Trong khi LEC cung cấp các dịch vụ không kết nối cho các giao thức trao đổi số liệu ở mức cao, LECS và LES thực hiện việc quản lý và chuyển đổi địa chỉ trong mạng LAN mô phỏng và BUS chịu trách nhiệm đối với các thông báo quảng bá.



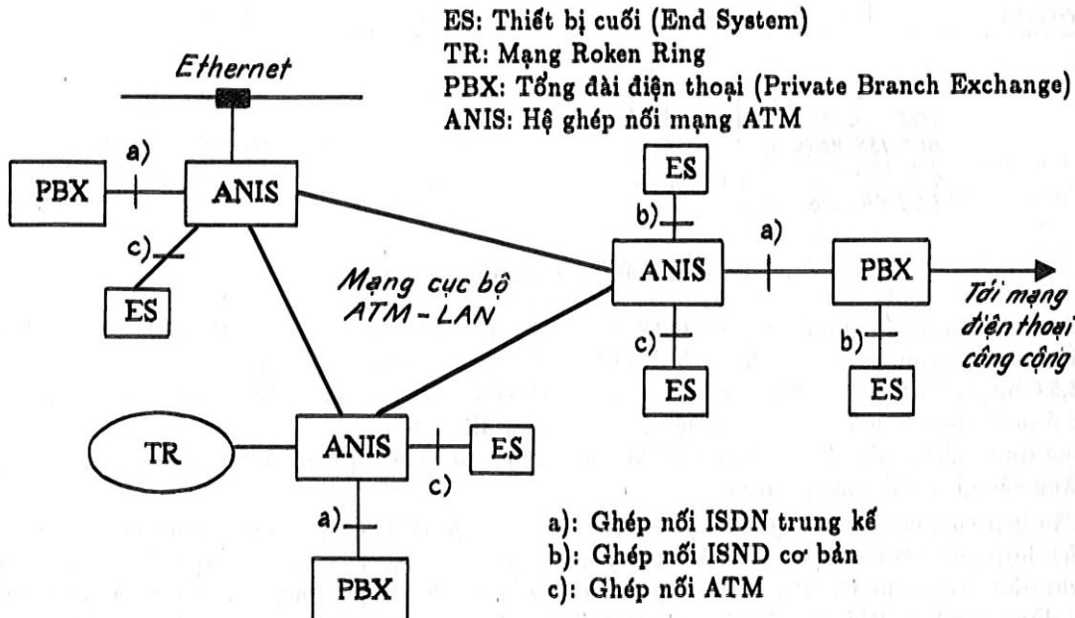
Hình 5. Các chức năng chính của dịch vụ mô phỏng mạng cục bộ

Mỗi thiết bị cuối hoặc thiết bị ghép nối mạng tham gia trong mạng LAN mô phỏng được cài đặt chức năng LEC. Mỗi chức năng LEC được xác định bởi hai địa chỉ: địa chỉ MAC thông thường (48 bit) và địa chỉ ATM. Về nguyên tắc, các thiết bị trao đổi số liệu trên cơ sở địa chỉ MAC. Trong và giữa các phân mạng LAN được ghép bởi các cầu nối, địa chỉ MAC thông thường đủ để thực hiện trao đổi giữa các thiết bị cuối. Địa chỉ ATM cần thiết để xác định các cửa ghép nối với mạng ATM. Khi có nhu cầu trao đổi số liệu và biết thích ứng địa chỉ MAC-ATM của LEC đích, thiết bị cuối thiết lập kênh ATM trực tiếp đến LEC đích. Nếu địa chỉ ATM - tương ứng với địa chỉ MAC cho trước - chưa được xác định, thiết bị cuối yêu cầu LES tìm giúp bằng cách phát yêu cầu giải địa chỉ (ARP-Request) đến LES qua một kênh điều khiển ATM được thiết lập sẵn. LES có thể trả lời tức thì nếu tự xác định được địa chỉ ATM cần tìm; nếu không, LES gửi yêu cầu giải địa chỉ đến tất cả

các LEC thuộc mạng LAN mô phỏng và yêu cầu trả lời. Các gói số liệu thông báo nhóm (multicast) hoặc thông báo rộng (broadcast) và các gói số liệu có địa chỉ đích không xác định đều được gửi qua BUS trên các kênh điều khiển được thiết lập sẵn. BUS gửi tiếp các gói số liệu này qua các kênh có cấu trúc điểm - nhiều điểm đến tất cả các LEC thuộc mạng LAN mô phỏng. Nhiệm vụ của LECS là thông báo địa chỉ của LES cho các LEC khi có yêu cầu (ví dụ lúc khởi động).

**2.3. Kiến trúc mạng cục bộ ATM-LAN**

Hình 6 mô tả kiến trúc của mạng cục bộ ATM-LAN [7]. Các hệ ghép nối mạng được nối với nhau theo tiêu chuẩn [1], ví dụ ghép nối SDH trên cáp quang với dung lượng 155 Mbit/s hoặc 622 Mbit/s, tạo thành mạng xương sống. Việc ghép nối với các mạng ATM công cộng hoặc các mạng thông tin số liệu công cộng khác được thực hiện qua các ghép nối tương ứng, ví dụ SDH 155 Mbit/s trên cáp quang hoặc ghép nối X.25. Các thiết bị cuối ATM được nối trực tiếp với hệ chuyển mạch ATM theo [1], ví dụ ghép nối SDH trên cáp điện thoại với dung lượng 155 Mbit/s. Các thiết bị cuối LAN được nối với các hệ chuyển mạch gói. Các hệ chuyển mạch này được tích hợp trong các hệ ghép nối mạng. Về nguyên tắc, các hệ ghép nối mạng này hoàn toàn có thể được cài đặt các phần mềm thích ứng để thực hiện các giải pháp kỹ thuật trình bày ở trên.



Hình 6. Kiến trúc mạng cục bộ LAN trên cơ sở ATM

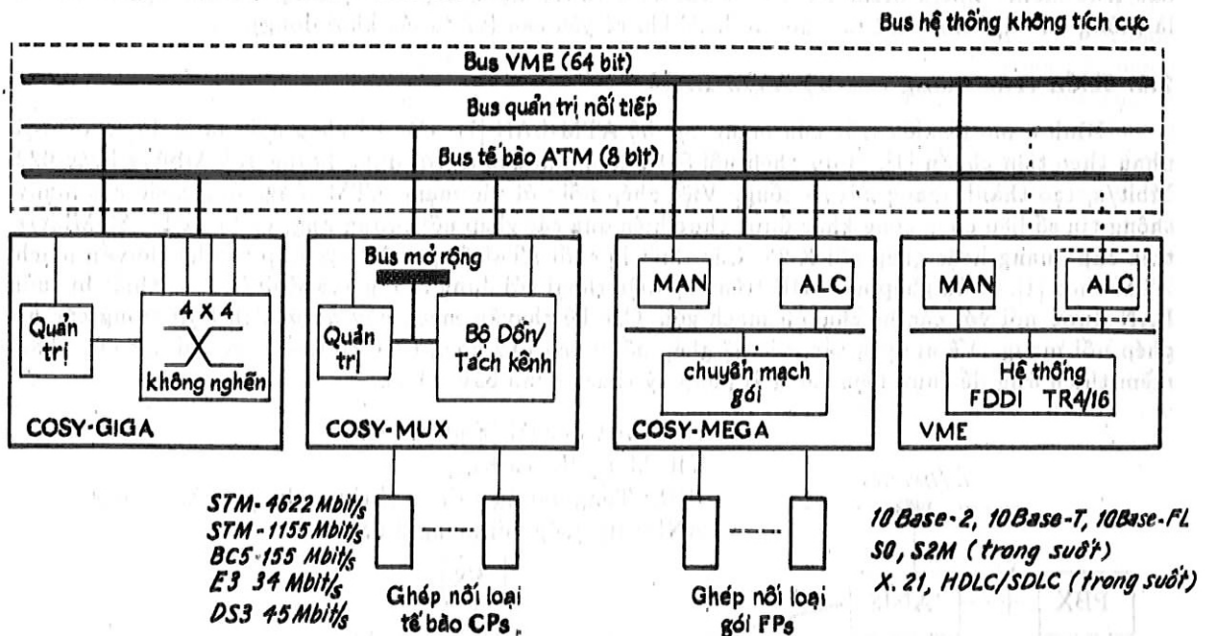
Đối với việc cài đặt và vận hành mạng, việc quản trị toàn bộ hệ thống là vấn đề quan trọng. Các thiết bị cuối, các thiết bị ghép nối mạng phải có các CSDL (MIB) để thu thập và lưu trữ các thông số cần thiết về môi trường truyền dẫn, về trạng thái hệ thống, về lưu lượng số liệu, về sự cố, v.v. và sẵn sàng trao đổi số liệu với các hệ quản trị mạng theo giao thức SNMP.

**3. HỆ GHÉP NỐI MẠNG COSY**

**3.1. Kiến trúc**

Cell Oriented SYstem (COSY) là hệ ghép nối mạng dùng công nghệ ATM trong chính bản thân hệ ghép nối để thực hiện việc trao đổi số liệu giữa các đơn vị điều khiển ghép nối mạng trong hệ [7, 3]. Các đơn vị điều khiển ghép nối này được nối với nhau qua bus hệ thống không tích cực, bao gồm bus cho số liệu gói, bus cho tế bào ATM và bus nối tiếp phục vụ việc quản trị mạng (hình 7). Bus cho số liệu gói là bus VME chuẩn 64 bit, có dung lượng trên 600 Mbit/s, phục vụ trao đổi số

liệu gói giữa các đơn vị điều khiển mạng. Bus cho tế bào ATM gồm 4 kênh 8 bit, mỗi kênh có dung lượng thay đổi từ 155 Mbit/s đến 622 Mbit/s. Bus nối tiếp hoạt động tương tự mạng Ethernet, có dung lượng 1 Mbit/s, phục vụ việc trao đổi số liệu quản trị giữa các đơn vị điều khiển trong hệ COSY và giữa các hệ COSY với nhau.



Hình 7. Kiến trúc hệ ghép nối mạng COSY

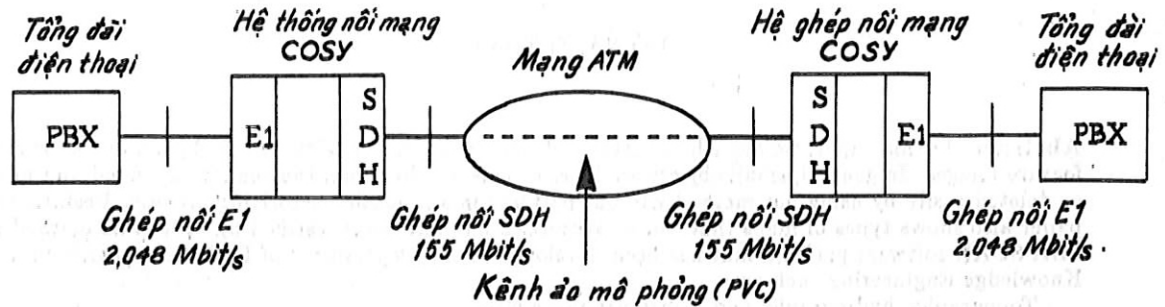
Đơn vị điều khiển chính của hệ COSY là hệ chuyển mạch ATM COSY-GIGA, được thực hiện theo cấu trúc ma trận  $4 \times 4$  (4 kênh vào/ra), không tắc nghẽn (none-blocking), có dung lượng chuyển mạch 2,5 Gbit/s. Các kênh ATM của hệ chuyển mạch cùng với bus cho tế bào ATM cho phép ghép nối các đơn vị điều khiển khác trong hệ theo cấu hình điểm-điểm. Ngoài ra, các kênh này còn có khả năng được ghép nối với các mạng ATM công cộng, các thiết bị cuối ATM hoặc các hệ COSY khác bằng các ghép nối vật lý tương ứng.

Cầu liên lạc giữa các mạng cục bộ LAN với mạng ATM là hệ chuyển mạch gói COSY-MEGA, được tích hợp một kênh ATM. Kênh ATM này hoặc được nối trực tiếp với bus hệ thống cho tế bào ATM khi dùng trong hệ COSY, hoặc được nối ra ngoài hệ thống qua ghép nối vật lý ATM tương ứng khi dùng độc lập. Khi thực hiện trao đổi số liệu LAN qua mạng ATM, chúng được cài thêm các thông tin điều khiển theo thích ứng AAL5, rồi phân chia thành các tế bào ATM (segmentation) và ngược lại (reassembly). Việc chuyển tiếp số liệu giữa các mạng LAN và ATM dựa trên nguyên tắc hoạt động của cầu nối nhiều cổng. Khác với cầu nối thông thường mà ở đó gói số liệu được thu và lưu trữ trọn vẹn trong bộ nhớ đệm trước khi chuyển tiếp (store-and-forward), trong hệ chuyển mạch COSY-MEGA, gói số liệu được chuyển tiếp tức thì sau kết quả phân tích địa chỉ đích (cut-through). Như vậy, sẽ giảm được thời gian trễ trong hệ chuyển mạch. Ngược lại, do không kiểm tra kết quả thu được khi chuyển tiếp, phương pháp này có thể chuyển cả những gói số liệu bị lỗi và như vậy làm tăng lưu lượng số liệu không cần thiết trong mạng do các giao thức trao đổi số liệu ở mức cao phải tiến hành phát lại để sửa lỗi.

### 3.2. Ứng dụng

Một trong các ứng dụng của hệ ghép nối mạng COSY là tích hợp dịch vụ truyền tiếng nói trong mạng cục bộ ATM-LAN [8]. Giải pháp thực hiện ghép nối các tổng đài điện thoại "trong suốt" qua mạng ATM bằng hệ COSY được mô tả trong hình 8.

Ghép nối vật lý trung kế COSY-E1 được sử dụng trong hệ COSY-MEGA để ghép nối trực tiếp các tổng đài điện thoại trên cơ sở mô phỏng kênh (emulated circuits). Mỗi ghép nối COSY-E1 tương thích tiêu chuẩn G.703/G.704. Các hệ COSY được kết nối qua mạng ATM bằng các ghép nối quang, tương thích tiêu chuẩn SONET/SDH với tốc độ 155 Mbit/s.



Hình 8. Truyền tiếng nói trong mạng cục bộ ATM-LAN

Các khung số liệu E1 được tập hợp trong một gói số liệu AAL5, trước khi gói số liệu này được phân chia thành các tế bào ATM và được chuyển tiếp trong mạng ATM. Số khung E1 trong một gói số liệu AAL5 có thể lập trình được. Điều này là cần thiết để xác định thời gian trễ của các khung E1 khi được chuyển tiếp qua kênh mô phỏng.

Hiện tại, COSY chỉ hỗ trợ nối điểm-điểm, nghĩa là: mỗi tổng đài được kết nối bằng một kênh ảo riêng. Xung đồng hồ mô phỏng được trích từ dòng số liệu E1 của tổng đài nguồn tại ghép nối trung kế COSY-E1 thu, sử dụng phương pháp đồng bộ thích nghi và được phát tán qua mạng ATM cho đến tổng đài đích tại ghép nối trung kế COSY-E1 phát. Các kênh ATM ảo khác được sử dụng để truyền số liệu máy tính từ các ghép nối mạng LAN, ví dụ COSY-10Base-T được cài đặt cùng với các ghép nối trung kế COSY-E1 trong hệ COSY-MEGA. Bằng cách này, số liệu và tiếng nói được truyền tích hợp qua mạng ATM.

Việc cấu hình hệ chuyển mạch gói COSY-MEGA (cấu hình kênh ảo cố định PVC, cấu hình mạng LAN ảo cho truyền số liệu, cấu hình mạng LAN cho truyền tiếng nói, v.v.) được thực hiện dễ dàng nhờ phần mềm quản trị mạng tích hợp trong chính bản thân hệ COSY-MEGA.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] ATM Forum, *ATM User Interface Specification*, V3.0, Prentice-Hall Inc., 1993.
- [2] ATM Forum, *LAN Emulation Specification*, V1.0, 1995.
- [3] HiLAN GmbH, *Cell Oriented System COSY*, Technical Documentations, 1993-1995.
- [4] Jean-Yves Le Boudec et al., Flight of the FALCON, *IEEE Communication Magazine* 31 (2) (1993) 50-56.
- [5] P. Newmann, ATM Local Areal Networks, *IEEE Communication Magazine* 32 (3) (1994) 86-98.
- [6] RFC 1577: IP over ATM.
- [7] Vu Duy Loi, ATM-based Local Networks - A Conceptional Approach, *Proc. of Int. Conference on Communication System ICCS'94*, Paper S11.4, pp. 288-292, Singapore 14-18 Nov. 1994.
- [8] Vu Duy Loi, Kết nối các tổng đài điện thoại trong mạng máy tính cục bộ trên cơ sở ATM (Kopplung von TK-Anlagen an ATM-basierte Rechnernetze), *Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation* PKI 20. Jahrgang 1997, 2/1997, pp. 88-93 (CHLB Đức).

Nhận bài ngày 12-8-1998

Nhận lại sau khi sửa ngày 3-6-1999