
LANE

LAN Emulation Over ATM

FEUP/DEEC
Redes de Banda Larga
MIEEC – 2009/10
José Ruela

LAN Emulation

“In order to use the vast base of existing LAN application software, the ATM Forum has defined an ATM service, herein called “LAN Emulation”, that emulates services of existing LANs across an ATM network and can be supported via a software layer in end systems. The LAN Emulation service enables end systems (e.g. workstations, servers, bridges, etc.) to connect to the ATM network while the software applications interact as if they are attached to a traditional LAN. Also, this service supports interconnection of ATM networks with traditional LANs by means of IEEE bridging methods. This allows interoperability between software applications residing on ATM-attached end systems and on traditional LAN end systems.”

LAN Emulation – objetivos

- O ATM Forum definiu um serviço de emulação de LANs em ATM (LANE – *LAN Emulation*) com as mesmas características do serviço MAC das LANs IEEE 802
- O serviço LANE tinha como objectivo permitir reutilizar, de forma transparente, o *software* então disponível em LANs (*legacy LANs*) e executar as aplicações existentes sem necessidade de alterações
 - LANE permite tornar ATM transparente em subredes de nível 2 (*bridged LANs*)
 - LANE é independente dos protocolos de nível 3 (transparência)
- O serviço LANE requer uma camada adicional de *software* nos *end systems (hosts)* ATM e em *intermediate systems (bridges e routers)* com interfaces ATM, que permita oferecer o serviço MAC; são também necessárias funções adicionais nos equipamentos de rede (comutadores ATM e/ou servidores dedicados) com o objectivo de emular o comportamento de uma LAN e os respectivos serviços

Características das LANs e ATM – comparação

- Características das LANs (serviço MAC)
 - Serviço sem conexão (*connectionless*)
 - *Broadcast / multicast* nativo
 - Automático em meios partilhados (uma única trama difundida no meio)
 - Replicação simples de tramas em comutadores (sem necessidade de estabelecer e gerir conexões multiponto), na mesma VLAN
 - Endereços MAC não estruturados (*flat*) e independentes da topologia da rede ou da localização física dos sistemas
 - *Bridging* transparente e configuração de LANs Virtuais (VLANs)
- Características do ATM
 - Serviço orientado à conexão (*connection oriented*)
 - *Broadcast / multicast* não nativo
 - Replicação simples de células em comutadores, mas gestão de conexões multiponto complexa (inserção e remoção de *end-points*)
 - Endereços ATM estruturados e associados a portas de comutadores

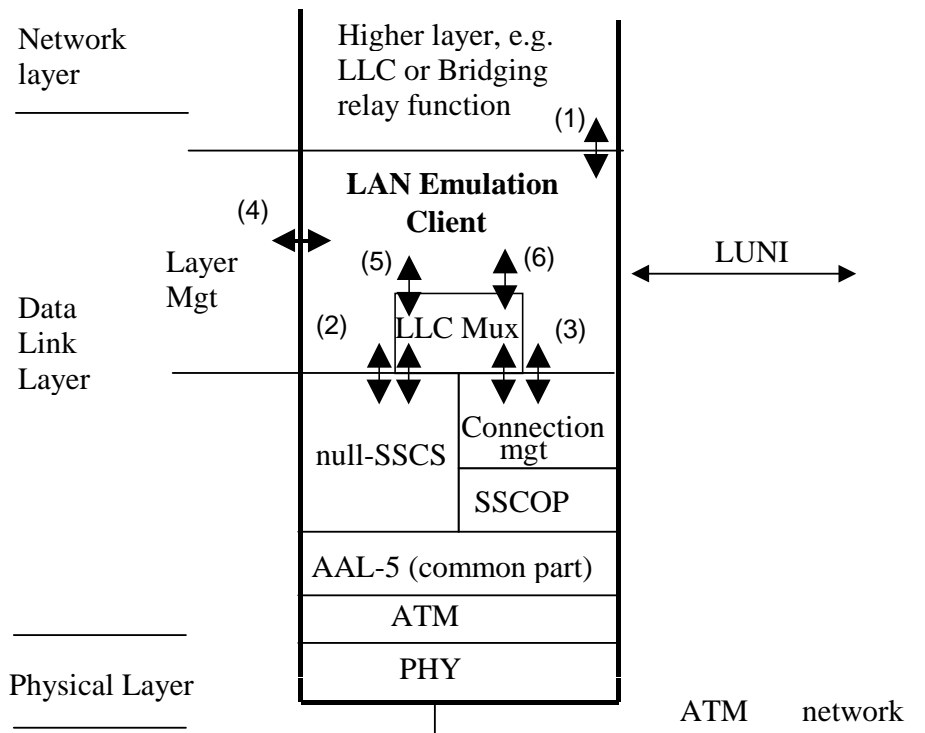
LANs Emuladas e LANs Virtuais

- Uma LAN emulada em ATM (ELAN – *Emulated LAN*) é de facto uma LAN Virtual, oferecendo um mecanismo de *bridging* entre os membros da ELAN (tal como em LANs comutadas)
 - Numa ELAN é possível executar sem modificações as mesmas aplicações que correm numa LAN
- Uma vez que uma ELAN é uma LAN Virtual é possível constituir múltiplas ELANs numa rede ATM
 - A comunicação entre ELANs realiza-se através de *routers*
- A necessidade de garantir interfuncionamento de LANs emuladas em ATM com LANs legadas (*legacy LANs*) requer a extensão a ELANs dos mecanismos de *bridging*
 - Uma ELAN pode coincidir com uma VLAN ou fazer parte duma VLAN que inclui também estações ligadas a uma LAN convencional
 - As aplicações podem ser executadas indistintamente em *hosts* ligados através de ATM ou duma LAN convencional

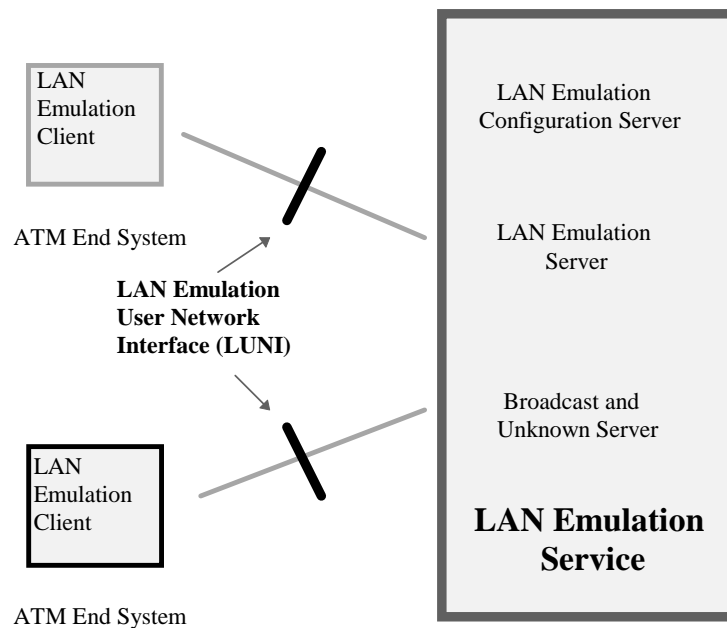
LANE – funções, modelo e componentes

- O ATM Forum definiu a emulação de LANs IEEE 802.3 e 802.5
- A emulação do serviço MAC requer as seguintes funções
 - Resolução de endereços
 - Determinação do endereço ATM de uma estação, conhecido o seu endereço MAC (LE_ARP)
 - Difusão de tramas
 - Necessário para tramas com endereço de destino *broadcast* ou *multicast* ou com endereço *unicast* mas localização desconhecida (endereço MAC ainda não resolvido num endereço ATM)
 - Encapsulamento
 - Tramas MAC são encapsuladas com um cabeçalho adicional (que na versão 2.0 inclui LLC/SNAP) e transportadas em AAL5
- O serviço LANE é baseado no modelo cliente-servidor
 - Os clientes residem em *hosts*, *bridges* / comutadores ou *routers* e incluem um componente designado LEC (*LAN Emulation Client*)
 - O serviço (*LAN Emulation Service*) é realizado por três componentes: LECS (*LAN Emulation Configuration Server*), LES (*LAN Emulation Server*) e BUS (*Broadcast and Unknown Server*)

Arquitetura – interfaces e camadas protocolares



Interface de acesso ao serviço



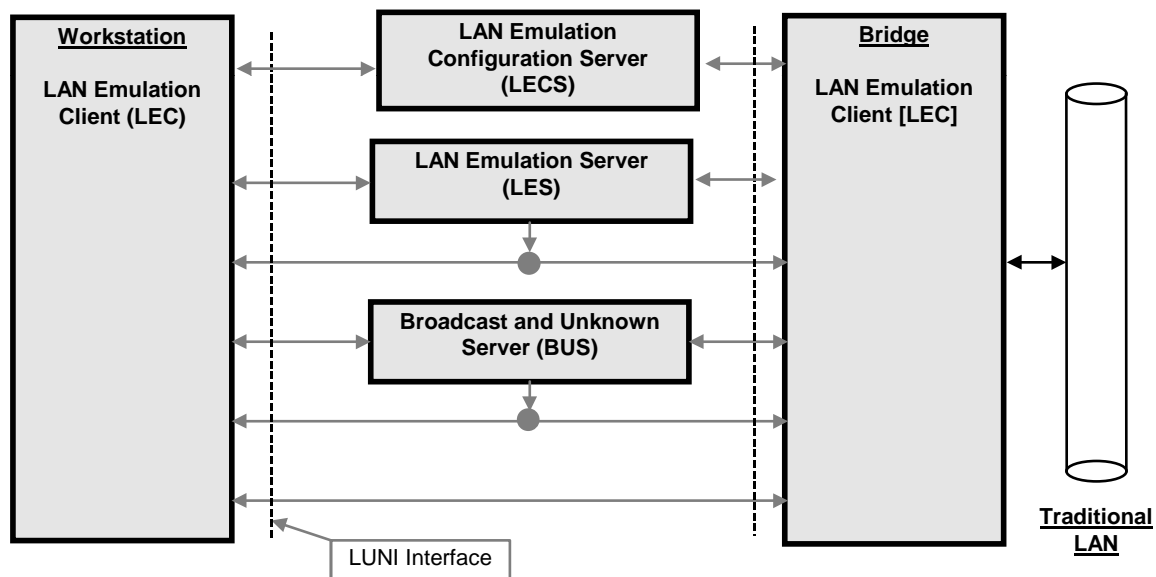
LEC – LAN Emulation Client

- Um LEC (*LAN Emulation Client*) está associado a uma única ELAN
- Uma máquina pode pertencer a mais do que uma ELAN, mas necessita de ter um LEC por cada ELAN a que se associe
- Um LEC suporta as seguintes funções
 - Oferece interface LAN *standard* às camadas protocolares superiores
 - Efectua o seu registo no LES da respectiva ELAN
 - Um LEC pode registar todos os endereços MAC pelos quais é responsável ou então associar-se como *proxy* (esta é a situação típica de uma *bridge* ou de um comutador entre uma LAN e a rede ATM)
 - Um LEC pode registar endereços *multicast* para recepção selectiva de tramas (serviço *multicast* selectivo)
 - Realiza pedidos de resolução de endereços, dirigidos ao LES
 - Encapsula as tramas MAC e estabelece os circuitos virtuais ATM para comunicação com outros LECs ou com o BUS

LAN Emulation Service – componentes

- LECS – *LAN Emulation Configuration Server*
 - Existe um único por domínio, para configuração de ELANs
 - Associa cada LEC à respectiva ELAN, fornecendo-lhe o endereço do LES correspondente
- LES – *LAN Emulation Server*
 - Existe um único por ELAN
 - Aceita registos dos LECs pelos quais é responsável
 - Mantém associações entre endereços MAC e ATM
 - Responde a pedidos de resolução de endereços ou transfere esses pedidos (em particular se não for capaz de resolver os endereços)
- BUS – *Broadcast and Unknown Server*
 - Existe um único por ELAN
 - Emula o mecanismo de difusão de tramas típico das LANs
 - A difusão pode ser realizada para todos os endereços ATM conhecidos (registados) na ELAN ou pode ser selectiva

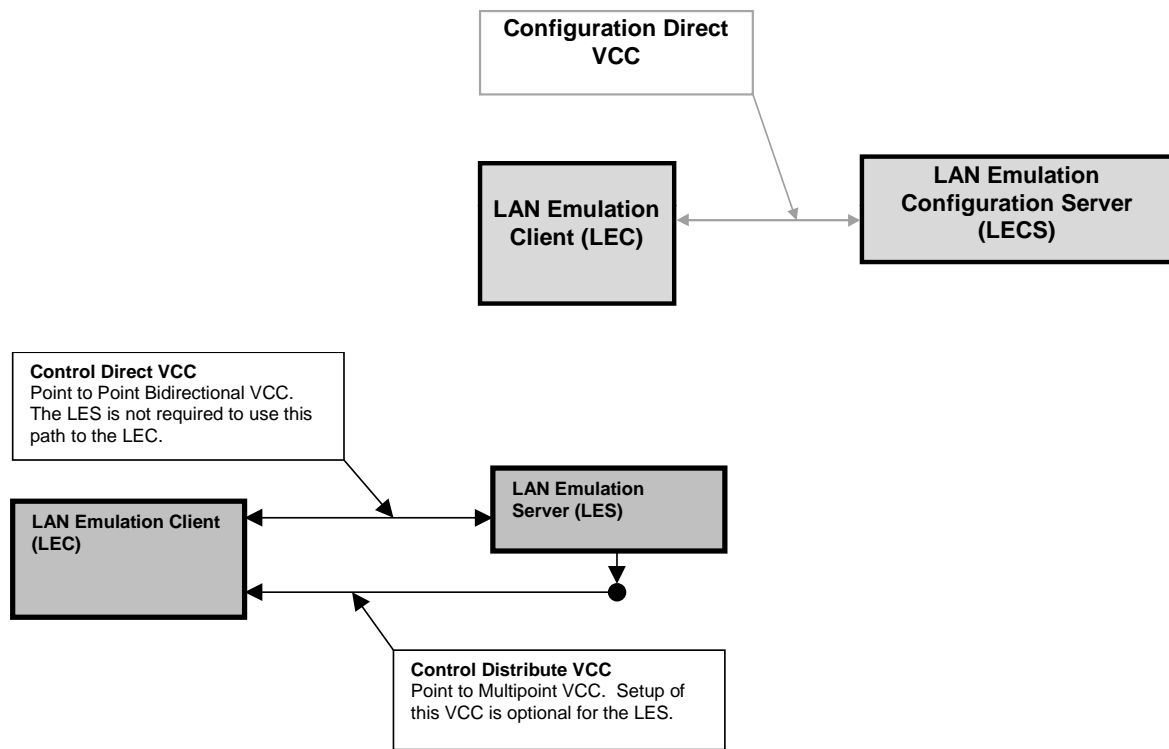
Conexões de dados e de controlo



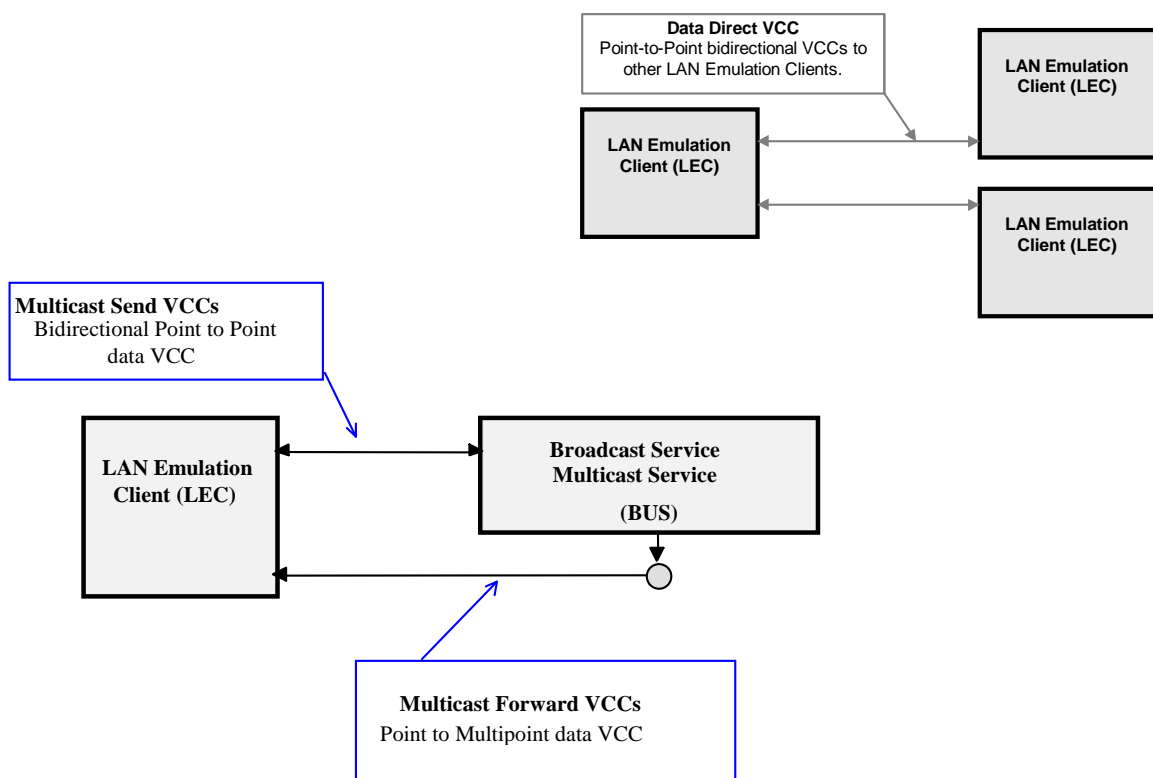
Conexões de dados e de controlo

- O serviço LANE requer o estabelecimento de conexões ATM (VCC) para suportar fluxos de controlo e de dados
- A transferência de dados entre LECs é suportada em VCCs ponto a ponto bidireccionais designados *Data Direct VCC*
- São necessários vários tipos de VCCs para comunicação do LEC com os servidores (dados ou controlo)
 - Com o LECS
 - *Configuration Direct VCC* – ponto a ponto, bidireccional
 - Com o LES
 - *Control Direct VCC* – ponto a ponto, bidireccional
 - *Control Distribute VCC* – ponto a multiponto, unidireccional (opcional)
 - Com o BUS
 - *Multicast Send VCC* – ponto a ponto, bidireccional
 - *Default Multicast Send VCC* – associado ao endereço *broadcast*
 - *Selective Multicast Send VCC* (opcionais)
 - *Multicast Forward VCC* – ponto a multiponto (pelo menos um)

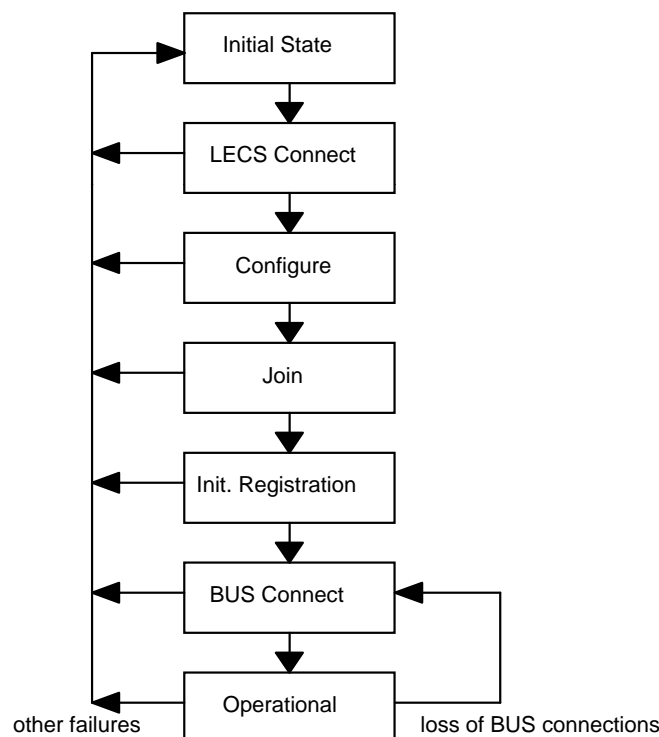
Conexões de controlo



Conexões de dados



Inicialização do serviço LANE



Inicialização do serviço LANE

A Inicialização do serviço envolve várias fases e funções

- *Initial State* – neste estado o LES e os LECs devem conhecer alguns parâmetros (endereços, nome da ELAN, etc.)
- *LECS Connect* – LEC estabelece *Configuration Direct VCC* com LECS
- *Configuration* – LEC descobre o endereço do LES na respectiva ELAN (por pré-configuração ou obtido do LECS)
- *Join* – LEC estabelece *Control Direct VCC* com LES; no final tem atribuído um identificador único (LECID), conhece o identificador da ELAN respectiva (ELAN_ID), o tipo da LAN e o tamanho máximo das tramas
- *Initial Registration* – LEC pode registar qualquer número de endereços MAC (*unicast* ou *multicast*) para os quais pretende receber tramas (para além de um endereço *unicast* que pode ser registado na fase *Join*); permite verificar se os endereços registados são únicos
- *BUS Connect* – LEC estabelece *Default Multicast Send VCC* com BUS (após resolver o endereço *broadcast*); o BUS estabelece o primeiro *Multicast Forward VCC*

Resolução de endereços

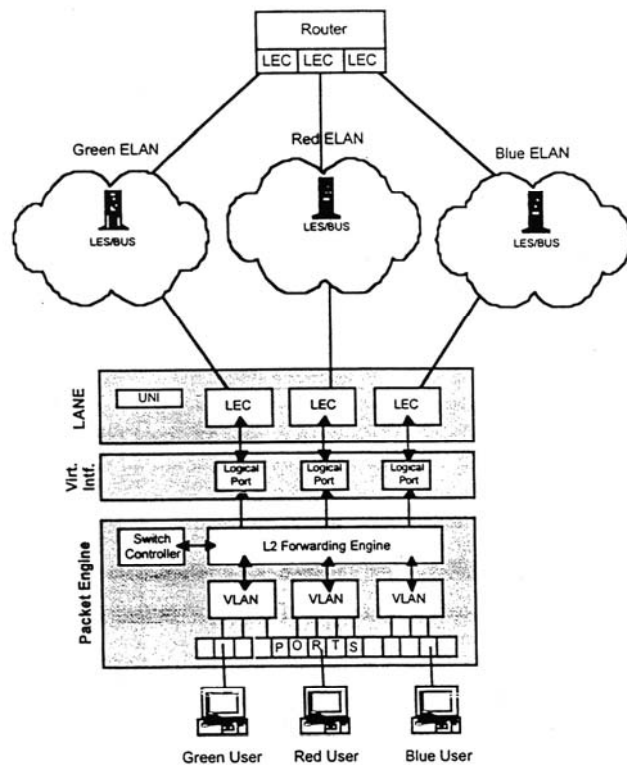
- A função de resolução de endereços consiste na determinação do endereço ATM (de outro LEC ou do BUS) associado a um endereço MAC (*unicast* ou *multicast*)
 - No caso de uma *bridge* LAN/ATM, vários endereços MAC de estações na LAN são associados a um único endereço ATM
- Um LEC invoca a resolução de endereços (envia *LE_ARP request* no *Control Direct VCC*) para conhecer o endereço ATM de outro LEC ou do BUS (associado ao endereço *broadcast* ou a endereços *multicast*)
- O LES reage a um pedido do seguinte modo
 - Se conhecer o endereço ATM correspondente ao endereço MAC, responde com *LE_ARP reply* ou opcionalmente envia o pedido ao LEC respectivo (e eventualmente aos restantes); a resposta é obrigatória na resolução do endereço *broadcast* do BUS
 - Se não conhecer, envia o pedido para todos os LECs registados como *proxies* e eventualmente para os restantes (pode usar *Control Distribute VCC*); se receber uma resposta, reenvia-a ao LEC que invocou a resolução do endereço
- Um LEC deve responder a pedidos relativos a um endereço que registou ou para o qual é um *proxy*

Tráfego unicast

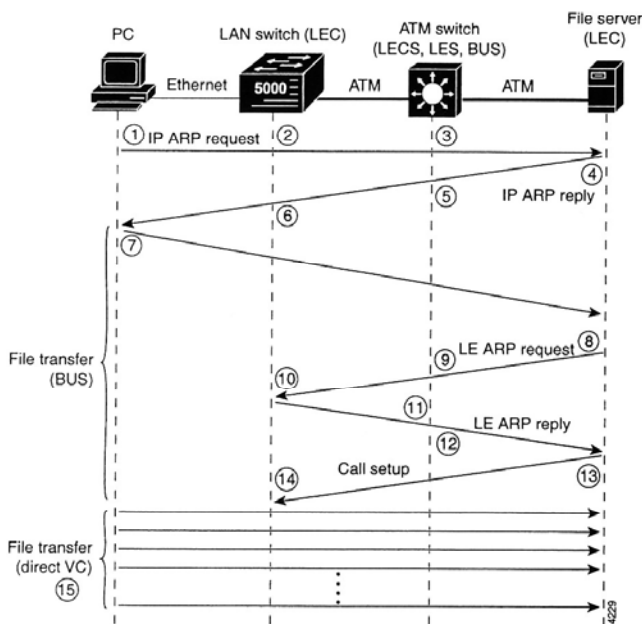
- O tráfego *unicast* entre dois LECs deve ser enviado de preferência num *Data Direct VCC*
 - O estabelecimento de um *Data Direct VCC* pressupõe o conhecimento prévio do endereço ATM de destino (obtido pelo mecanismo de resolução de endereços)
 - O endereço ATM de destino pode ser conhecido mas ainda não (ou já não) existir um *Data Direct VCC* estabelecido
- Se o endereço ATM de destino ainda não tiver sido resolvido ou se for conhecido mas ainda não tiver sido estabelecido o *Data Direct VCC* correspondente, o LEC pode enviar tráfego *unicast* para o BUS usando o *Multicast Send VCC*
 - O BUS transmite pelo menos para o LEC de destino, se registado
 - Se o LEC de destino não estiver registado, o BUS difunde o tráfego pelo menos para os clientes *proxy* (tipicamente *bridges* LAN/ATM) e opcionalmente para os restantes clientes

Bridge LAN/ATM

- A figura representa uma *bridge* LAN/ATM (*edge device*)
 - Cada uma das ELANs faz parte de uma VLAN que integra estações de uma LAN convencional comutada
 - Na *bridge*, cada ELAN é representada por um LEC, que deve ser associado à respectiva VLAN
- A comunicação entre estações de uma mesma VLAN é realizada por meio de mecanismos de nível 2 (*bridging*)
- A comunicação entre estações que pertencem a VLANs diferentes exige mecanismos de nível 3 (*routing*)
 - Na figura é representado um único *router* ligado à rede ATM, pelo que deverá incluir um LEC por cada ELAN/VLAN a interligar



Exemplo



- Step 1** PC—Before starting the file transfer the PC must locate the file server on the network. To find the file server's MAC address, the PC broadcasts an ARP request with the file server's IP address.
- Step 2** LEC on Catalyst 5000 switch—Receives ARP requests and forwards to the BUS configured on the ATM switch router.
- Step 3** BUS on ATM switch router—Broadcasts the ARP request to all members of the emulated LAN using a point-to-multipoint VCC.
- Step 4** LEC on file server—Receives the ARP request, recognizes its own IP address and responds with an ARP reply back to the BUS in the ATM switch router.
- Step 5** BUS on ATM switch router—Forwards the ARP reply to the Catalyst 5000 switch.
- Step 6** LEC on Catalyst 5000 switch—Forwards the ARP reply to the originating PC.
- Step 7** PC—Starts sending the packets of the file transfer using the multicast send VCC from the Catalyst 5000 to the BUS on the ATM switch router, which forwards the packets over the multicast forward VCC to the file server. This gets the data moving in the interim until data direct VCC is set up.
- Step 8** LEC on file server—Starts to set up the direct VCC to the Catalyst 5000 switch using an LE_ARP request to the LES. This request asks for the ATM address that corresponds to the PC's MAC address. (The PC's MAC address was obtained from the original ARP request in Step 4.)
- Step 9** LES on ATM switch router—Looks up the PC's MAC address in its look-up table and multicasts the LE_ARP request to all LECs.
- Step 10** LEC on Catalyst 5000 switch—Receives the LE_ARP request and finds the PC's MAC address in its look-up table. (It learned the PC's MAC address in Step 2.)
- Step 11** LEC on Catalyst 5000 switch—Adds its own ATM address into the LE_ARP request and returns it to the LES in the ATM switch router.
- Step 12** LES on ATM switch router—Multicasts the LE_ARP reply to all members of the emulated LAN, including the file server.
- Step 13** LEC on File Server—Receives the LE_ARP as part of the emulated LAN and signals for a data direct VCC to the Catalyst 5000 using the ATM address.
- Step 14** ATM switch router—Sets up a data direct VCC between the Catalyst 5000 and the file server.
- Step 15** PC—The file transfers directly from the PC using the direct data VCC from the Catalyst 5000 to the ATM-attached file server.