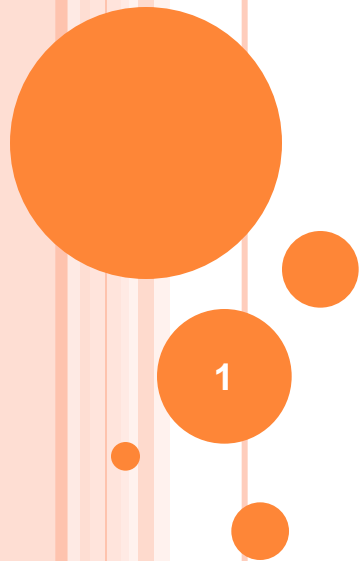


# ບົດທີ 6 SWITCHING AND TELEPHONE NETWORK



**Figure:** *Switched network*

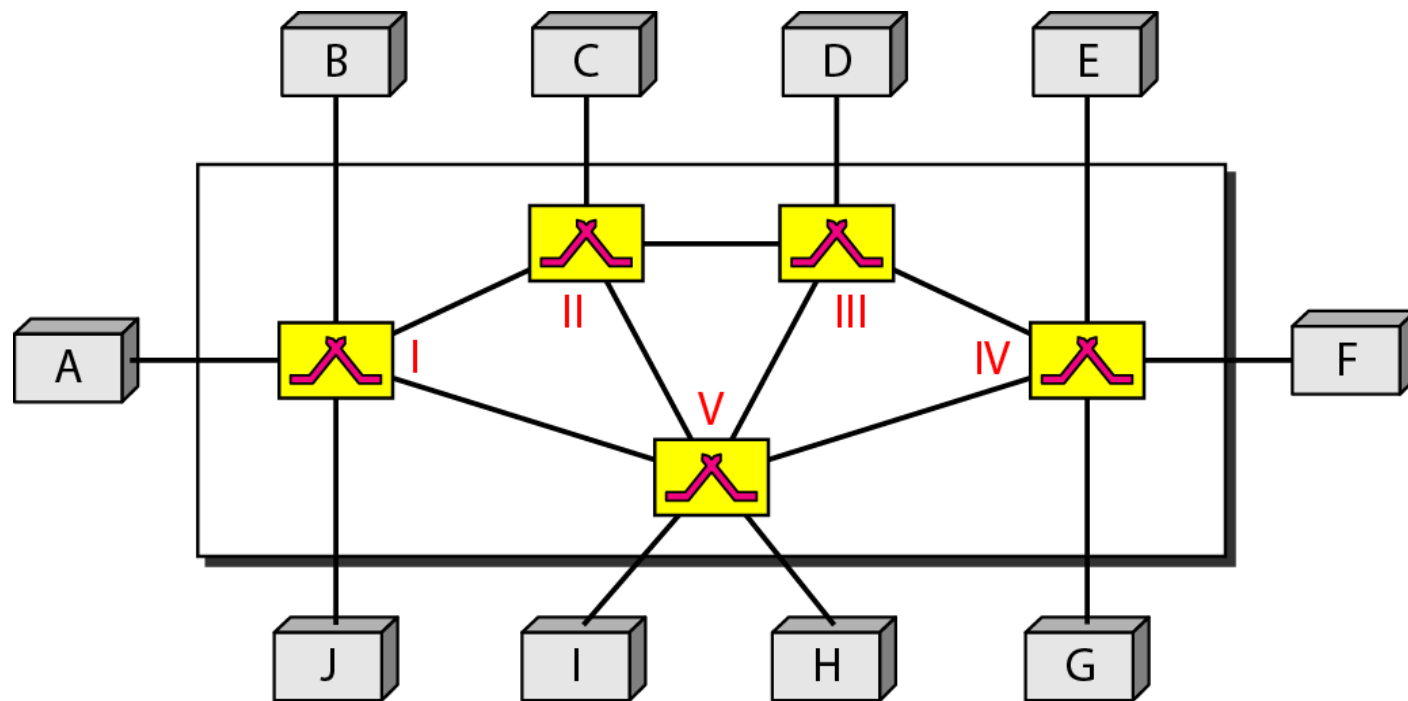
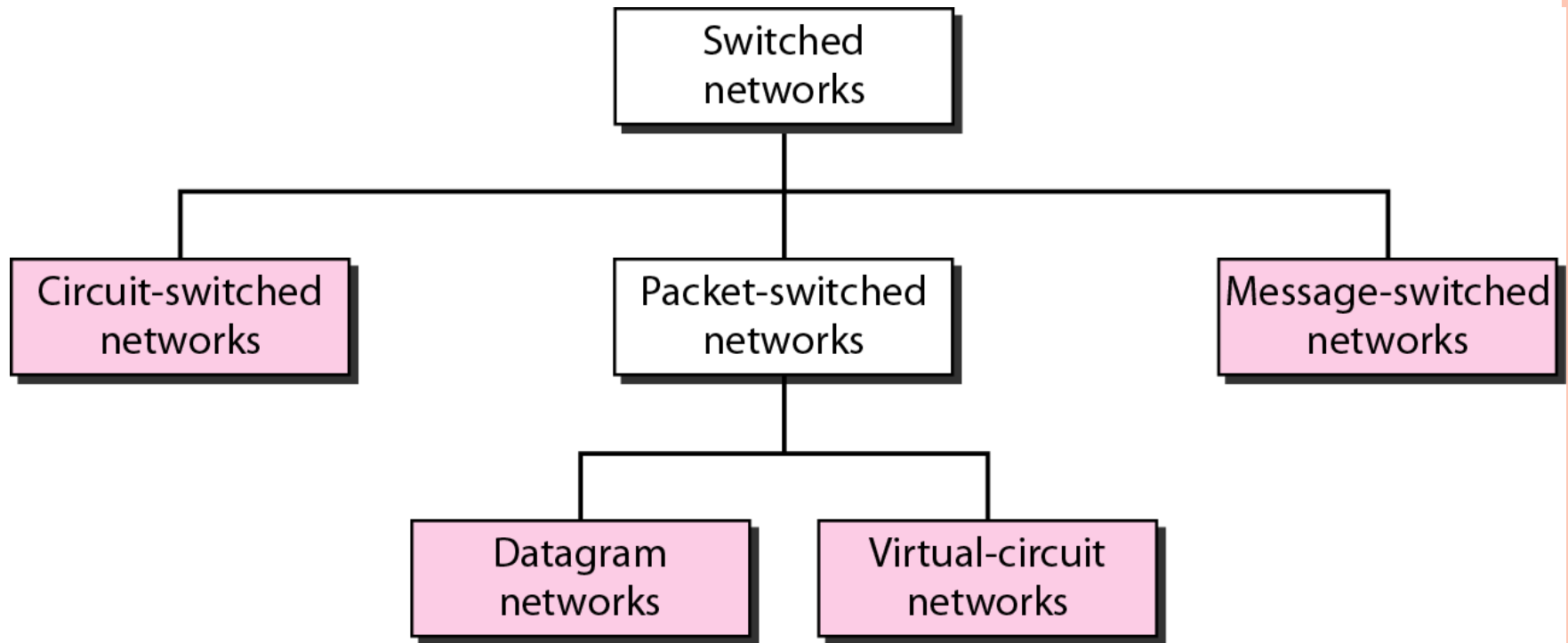


Figure: ການແບ່ງປະເພດຂອງເຄືອຂ່າຍແບບສະວິດ  
(*Taxonomy of switched networks*)

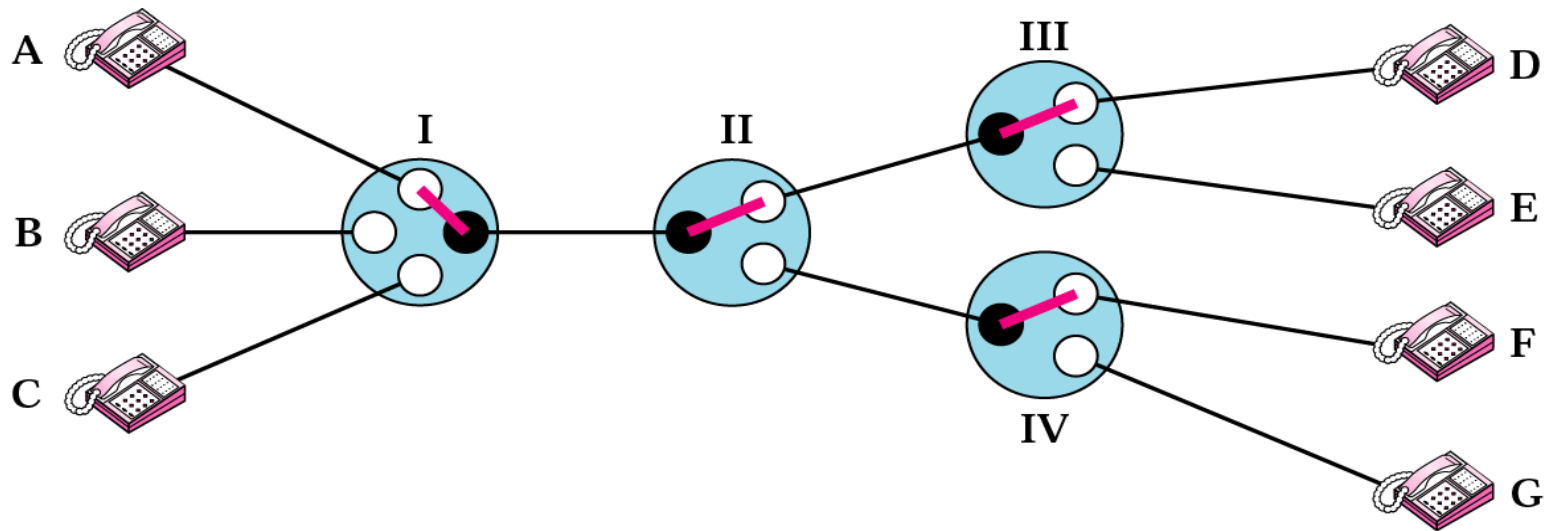


# 1. CIRCUIT-SWITCHED NETWORKS

circuit-switched network ປະກອບດ້ວຍການເຊື່ອມຕໍ່ຂອງສະວິດຕ່າງໆໃນລະດັບກາຍຍະພາບ. ການເຊື່ອມຕໍ່ລະຫວ່າງສອງສະຖານີແມ່ນໄດ້ມີເສັ້ນທາງທີ່ສ້າງຂຶ້ນຈາກໜຶ່ງການເຊື່ອມໂຍງ ຫຼື ຫຼາຍກວ່າໜຶ່ງ. ເຖິງຢ່າງໃດກໍຕາມການເຊື່ອມຕໍ່ແມ່ນໃຊ້ພຽງໜຶ່ງຊ່ອງສັນຍານໃນແຕ່ລະການເຊື່ອມຕໍ່. ໂດຍທົ່ວໄປແຕ່ລະການເຊື່ອມໂຍງແມ່ນແບ່ງອອກເປັນ  $n$  ຊ່ອງສັນຍານໂດຍການໃຊ້ FDM ຫຼື TDM

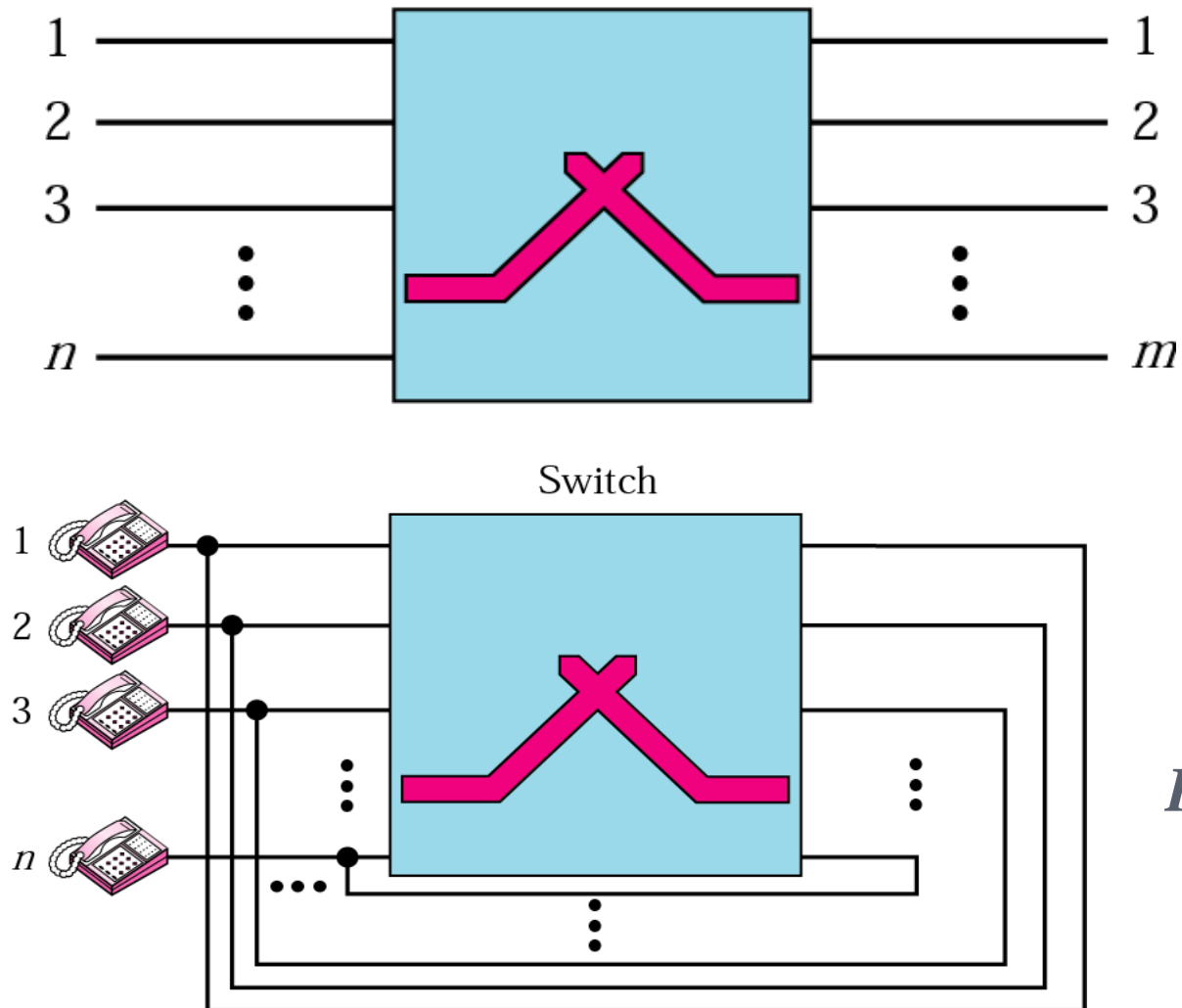
# 1.1 Circuit Switching

## Circuit Switching: Physical Switching (Physical path connection)

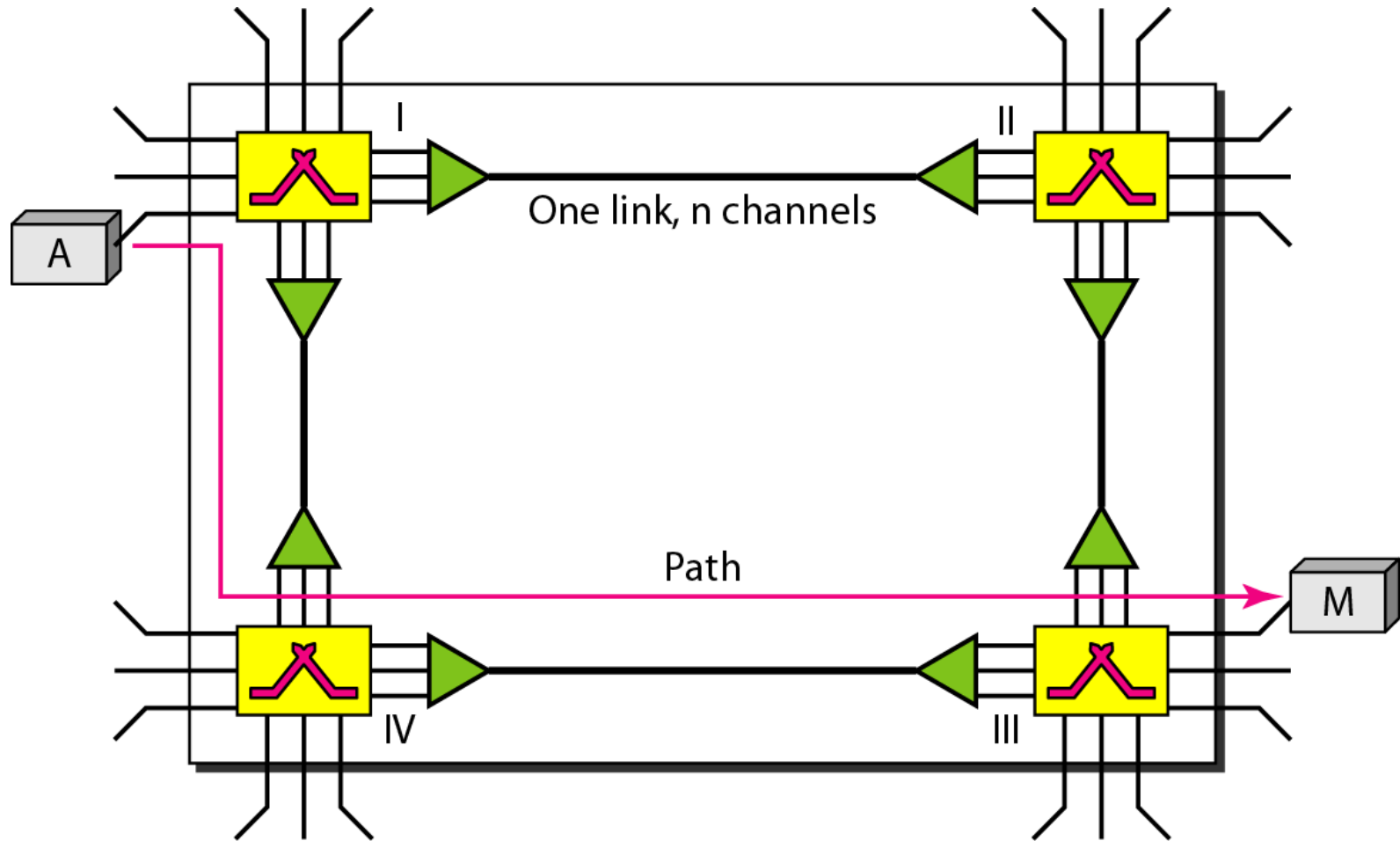


ເຄື່ອງຂ່າຍແບບ circuit-switched ແມ່ນໄດ້ຖືກສ້າງຂຶ້ນມາດ້ວຍການສ້າງການເຊື່ອມຕໍ່  
ບັນດາສະວິດເຂົ້າດ້ວຍກັນໃນການເຊື່ອມໂຍງທາງກາຍຍະພາບ, ໃນແຕ່ລະການເຊື່ອມ  
ໂຍງໃດໜຶ່ງແມ່ນຖືກແບ່ງເປັນຫຼາຍຊ່ອງສັນຍານ ຫຼື  $n$  channels.

**Figure:** *A circuit switch*



**Figure:** *A trivial circuit-switched network*



## Note

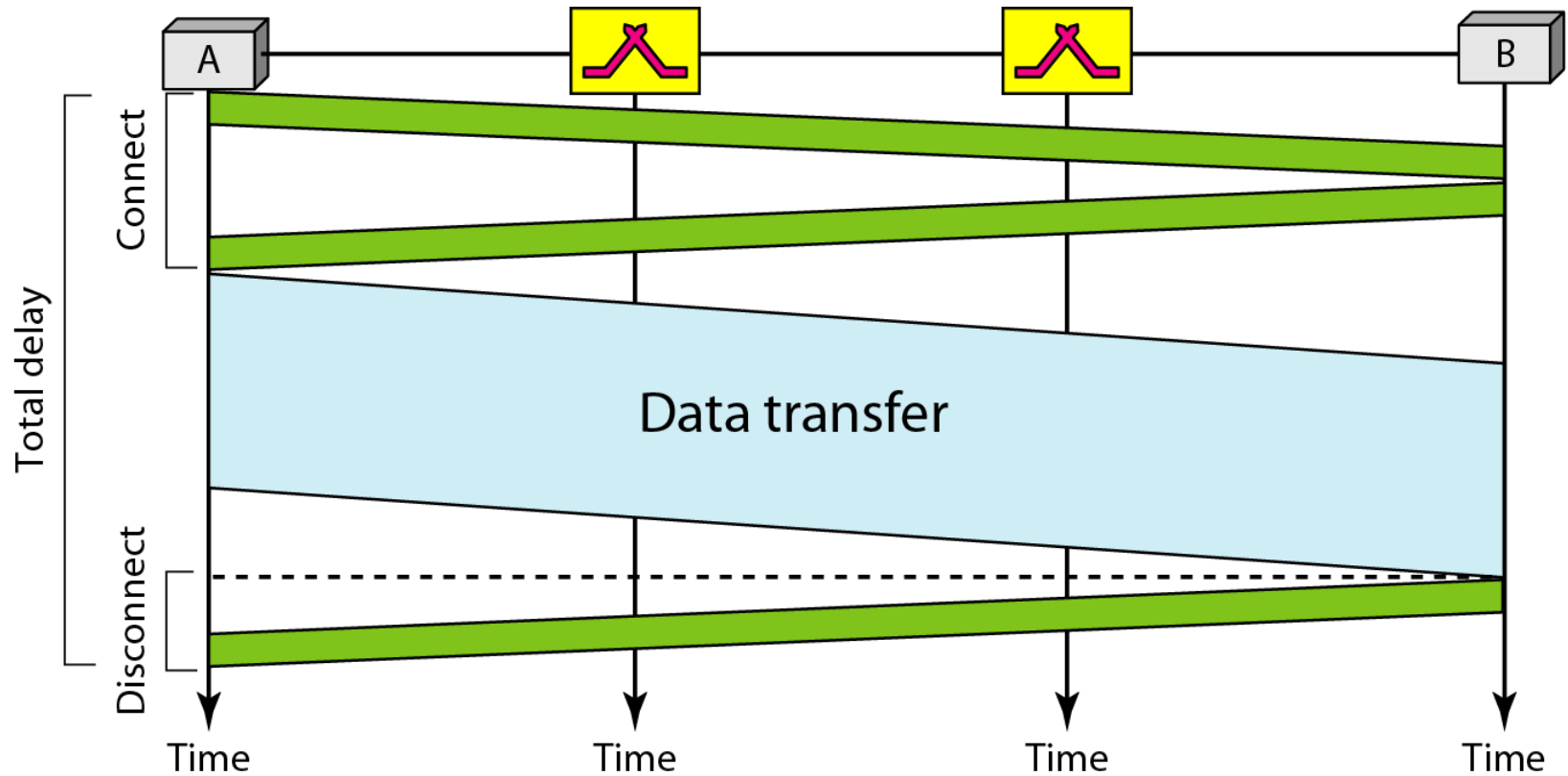
---

ໃນ circuit switching, ຕົ້ນທາງຕ້ອງການສໍາຮອງເສັ້ນທາງ  
ໃນຊ່ວງເວລາທີ່ໃດໜຶ່ງມີການຈັດການຕາມຂັ້ນຕອນ; ຕົ້ນທາງກໍ່ຍັງ  
ເໝືອນເດີມໃນຊ່ວງເວລາຂອງການໂອນຍ້າຍຂໍ້ມູນ ຈົນກະທັ່ງສິ້ນສຸດ  
ຂັ້ນຕອນການເຊື່ອມຕໍ່

---



**Figure:** *Delay in a circuit-switched network*



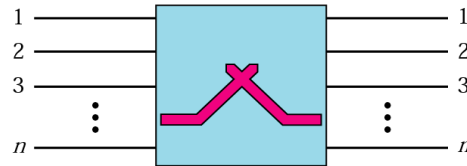
## Note

---

ການ Switching ໃນລະດັບທາງກາຍຍະພາບ (physical layer) ໂດຍຕາມປົກກະຕິຂອງເຄືອຂ່າຍໂທລະສັບ (Telephone) ແມ່ນໃຊ້ວິທີການ circuit-switching ເພື່ອເຮັດໃຫ້ການເຊື່ອມຕໍ່ເຖິງຈຸດໝາຍປາຍທາງຢ່າງຖືກຕ້ອງ.

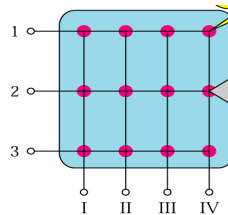
---

# Circuit Switching: Physical Switching (Hardware connection)

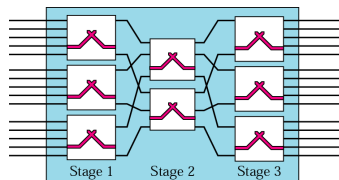


## Spaced Division Switching

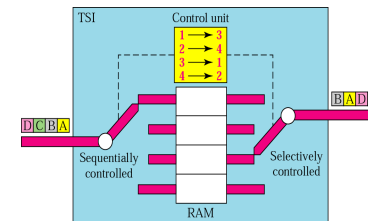
### Crossbar Switch



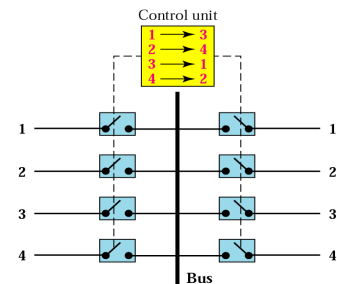
### Multi-stage Switch



## Time Division Switching *TSI: Time-slot Interchange*

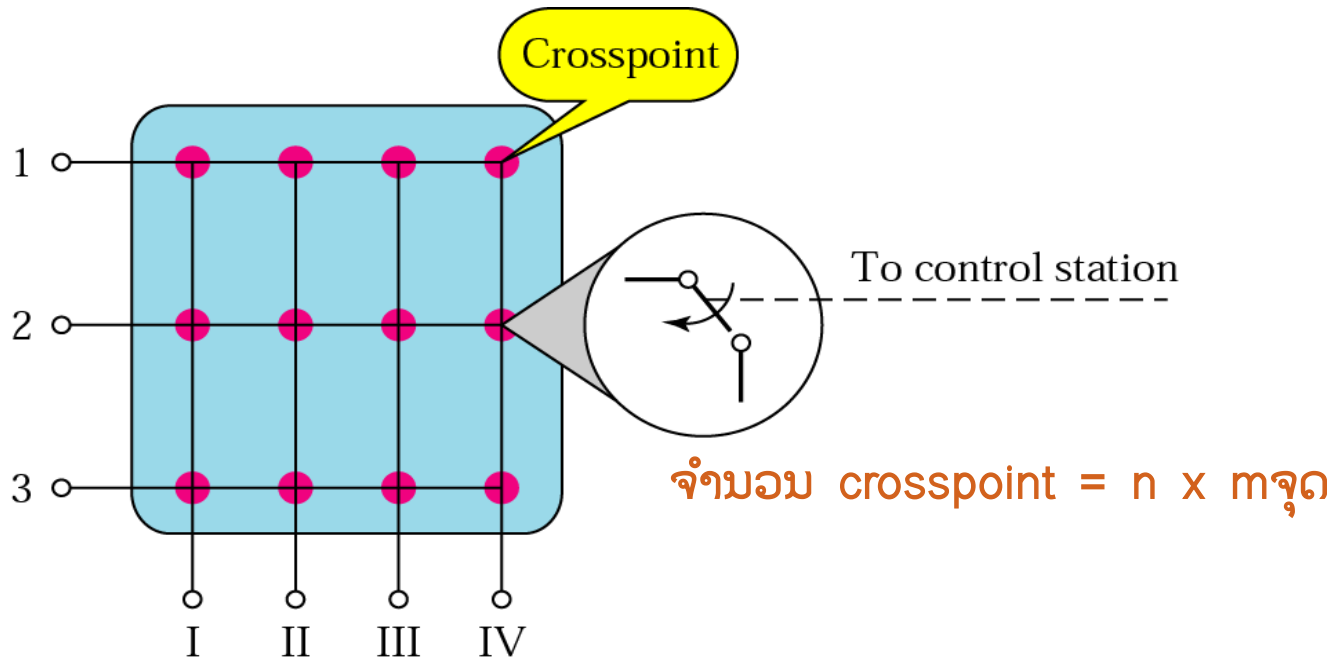
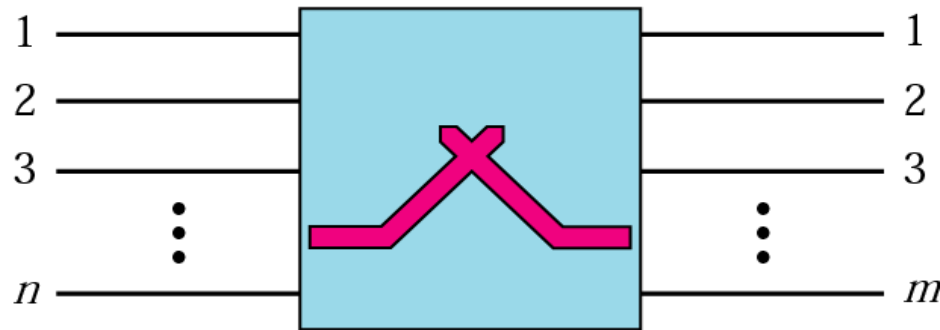


## *TDM bus*



# SPACED-DIVISION SWITCHING

**Figure:** Crossbar switch



# Example 1

ຕາມຕົວຢ່າງໃຫ້ພວກເຮົາໃຊ້ເຄືອຂ່າຍ **circuit-switched** ເພື່ອເຊື່ອມຕໍ່ໂທລະສັບ 8 ເຄື່ອງເຂົ້າຫາກັນໃນພື້ນທີ່ນະໜາດນ້ອຍ. ການສື່ສານຜ່ານຊ່ອງສັນຍານສຽງ 4kHz. ແຕ່ລະການເຊື່ອມໂຍງພວກເຮົາໃຊ້ເທັກນິກແບບ **FDM** ເພື່ອເຊື່ອມຕໍ່ໃຫ້ໄດ້ຫຼາຍທີ່ສຸດຂອງສອງຊ່ອງສັນຍານສຽງ. ຂະໜາດແບນວິດຂອງແຕ່ລະການເຊື່ອມໂຍງແມ່ນ 8kHz

Figure 1 ແມ່ນສະແດງໃຫ້ເຫັນເໝາະການຕ່າງໆ.

ໂທລະສັບ 1 ແມ່ນໄດ້ເຊື່ອມຕໍ່ກັບ ໂທລະສັບ 7;

2 ຫາ 5; 3 ຫາ 8; ແລະ 4 ຫາ 6.

ແນ່ນອນບາງເທື່ອອາດຈະມີການປ່ຽນແປງເມື່ອມີການເຊື່ອມຕໍ່ໃໝ່ເກີດຂຶ້ນ. ສະນັ້ນຈະທຳການຄວມຄຸມການເຊື່ອມຕໍ່.

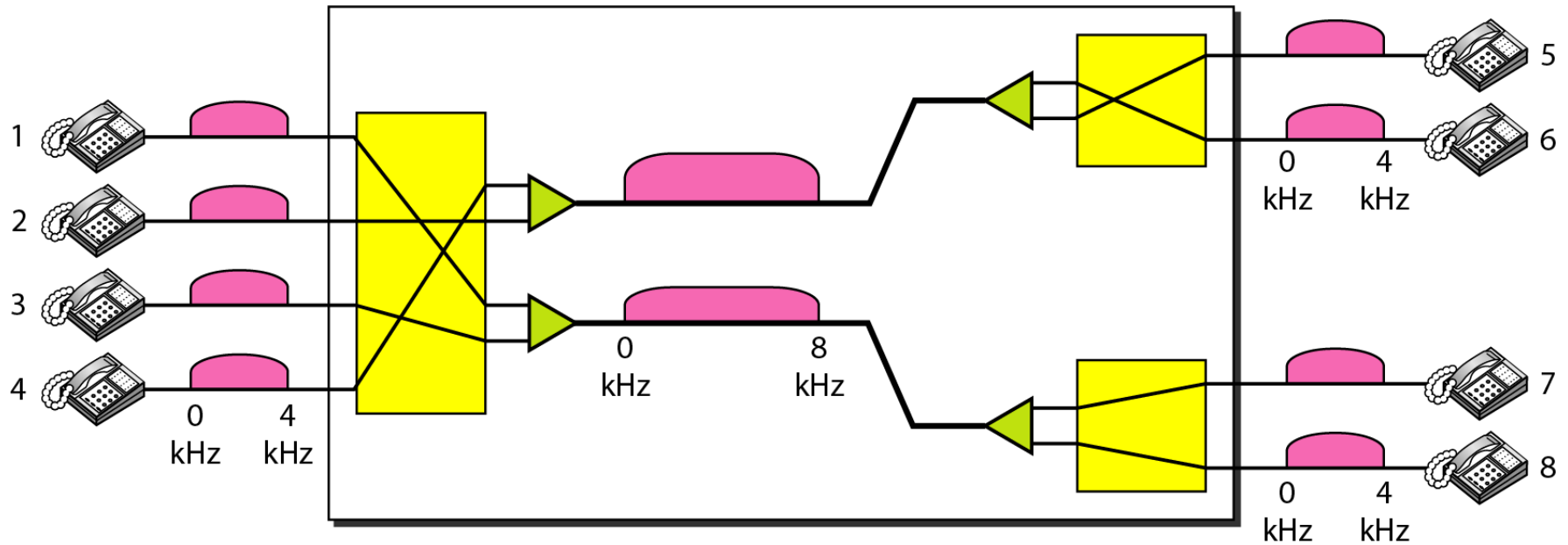
**Figure1** *Circuit-switched network used in Example 1*

*FDM#1: 2 to 5; 4 to 6.*

*FDM#2: 1 to 7; 3 to 8;*

*FDM -> 2 channels / device; 4KHz /channel*

Circuit-switched network



## Example 2

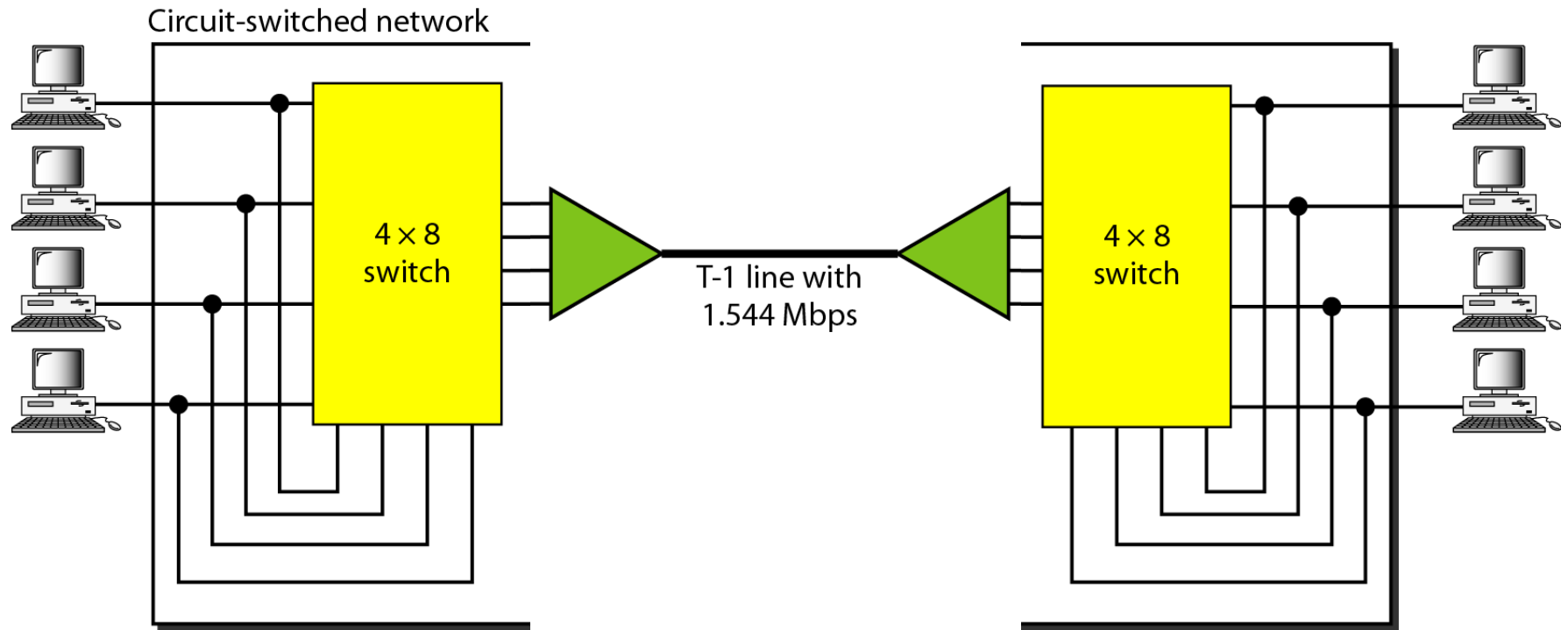
ຕາມຕົວຢ່າງໃຫ້ພິຈາລະນາເຄືອຂ່າຍ *circuit-switched* ທີ່ເຊື່ອມຕໍ່ຄອມພິວເຕີໃນສອງຫ້ອງການຂອງບໍລິສັດເອກະຊົນ. ການເຊື່ອມຕໍ່ແມ່ນໃຊ້ສາຍເສົ້າແບບ (*T-1 leased line*) ຈາກຜູ້ໃຫ້ບໍລິການການສື່ສານ.

ມີສອງສະວິດໃນເຄືອຂ່າຍນີ້  $4 \times 8$  (4 inputs and 8 outputs)

ສໍາລັບແຕ່ລະສະວິດ, 4 output ports ແມ່ນປະສານກັນຢູ່ໃນ input ports ເພື່ອໃຫ້ສື່ສານກັນໄດ້ລະຫວ່າງເຄື່ອງຄອມພິວເຕີຢູ່ໃນຫ້ອງການດຽວກັນ.

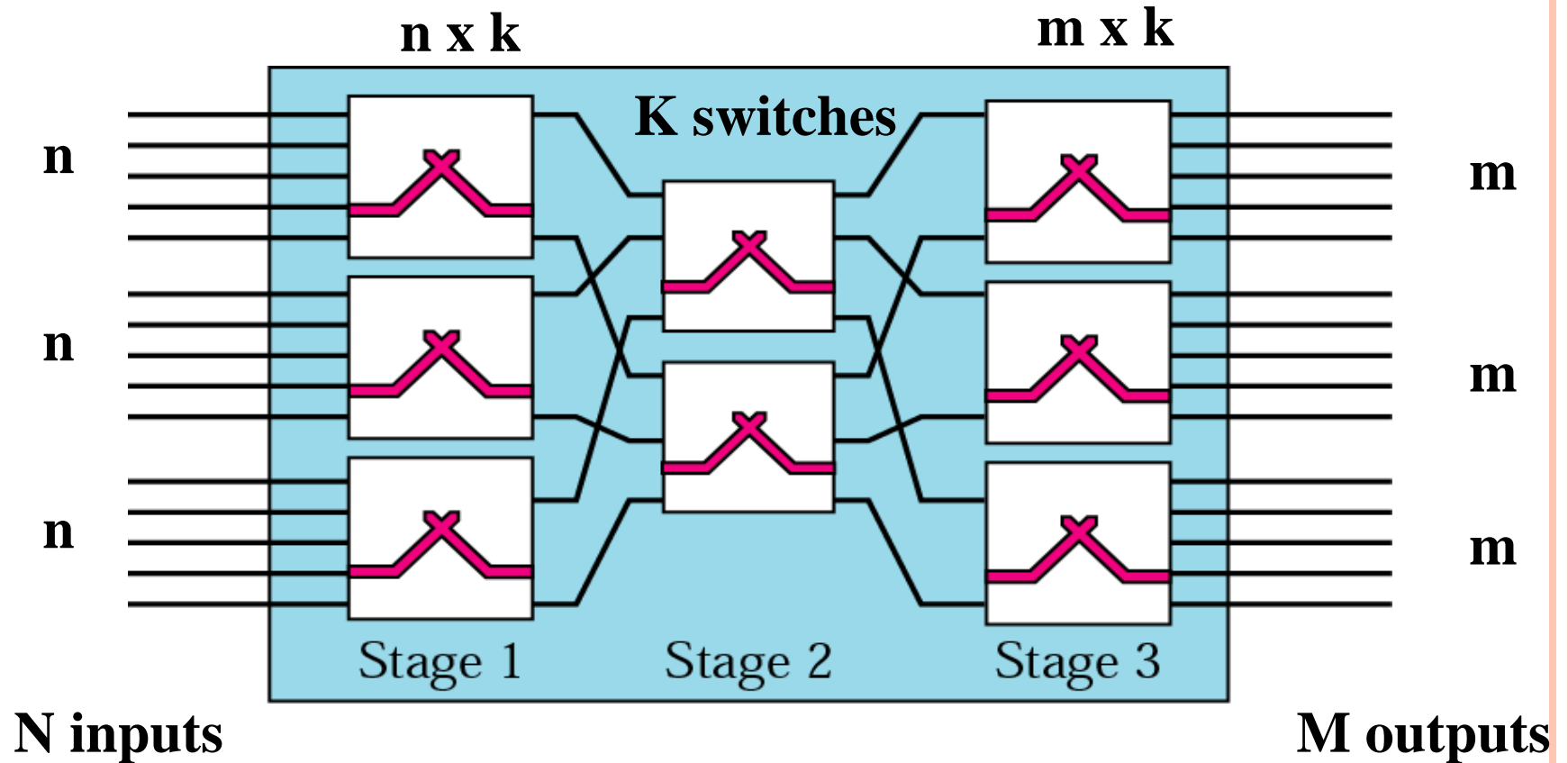
ອີກ 4 output ports ອື່ນແມ່ນເພື່ອໃຫ້ສື່ສານກັນລະຫວ່າງສອງຫ້ອງການ. ດັ່ງ Figure 2 ສະແດງໃຫ້ເຫັນເຫດການ.

Figure 2 *Circuit-switched network* *ທີ່ໃຊ້ໃນ Example 2*





# *Multistage switch*



## Example 3

ຈົ່ງອອກແບບການສະວິດແບບ Multistage ທີ່ມີ three-stage, ກຳນົດ  $200 \times 200$  switch ( $N = 200$ )  $k = 4$  ແລະ  $n = 20$ .

### ບົດແກ້ Solution

ໃນ first stage ພວກເຮົາມີ  $N/n$  ຫຼື 10 crossbars,

ຂະໜາດຂອງແຕ່ລະອັນ  $20 \times 4$ . (input x output)

ໃນ second stage, ພວກເຮົາມີ 4 crossbars,

ຂະໜາດຂອງແຕ່ລະອັນ  $10 \times 10$ .

ໃນ third stage, ພວກເຮົາມີ 10 crossbars,

ຂະໜາດຂອງແຕ່ລະອັນ  $4 \times 20$ .

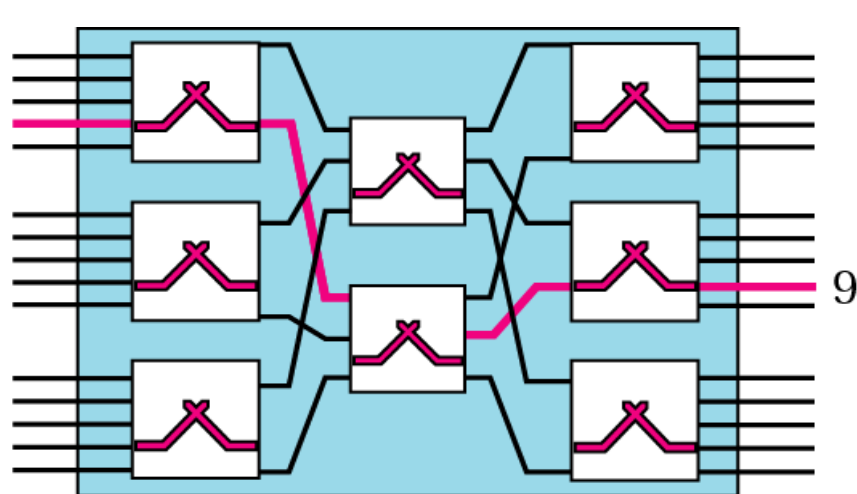
ຈຳນວນທັງໝົດຂອງ crosspoints ແມ່ນ  $2kN + k(N/n)^2$ , ຫຼື 2000 crosspoints.

ນີ້ແມ່ນພຽງ 5% ຂອງຕົວເລກຈຳນວນຂອງ crosspoints ໃນ single-stage switch ( $200 \times 200 = 40,000$ ).

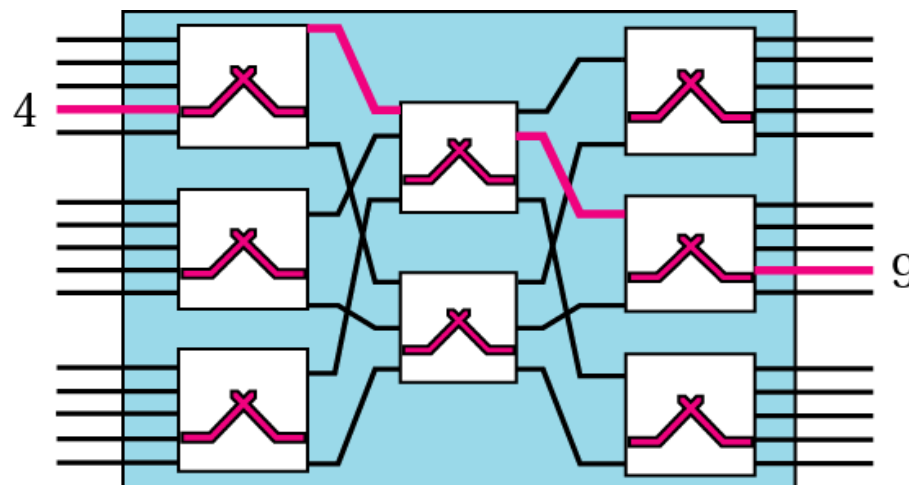
## Note

ໃນລະບົບສະວິດແບບ three-stage, ຈຳນວນທັງໝົດຂອງ crosspoints ແມ່ນໄດ້  
ຈາກ  $\text{crosspoint} = 2kN + k(N/n)^2$

**Figure:** *Switching path*



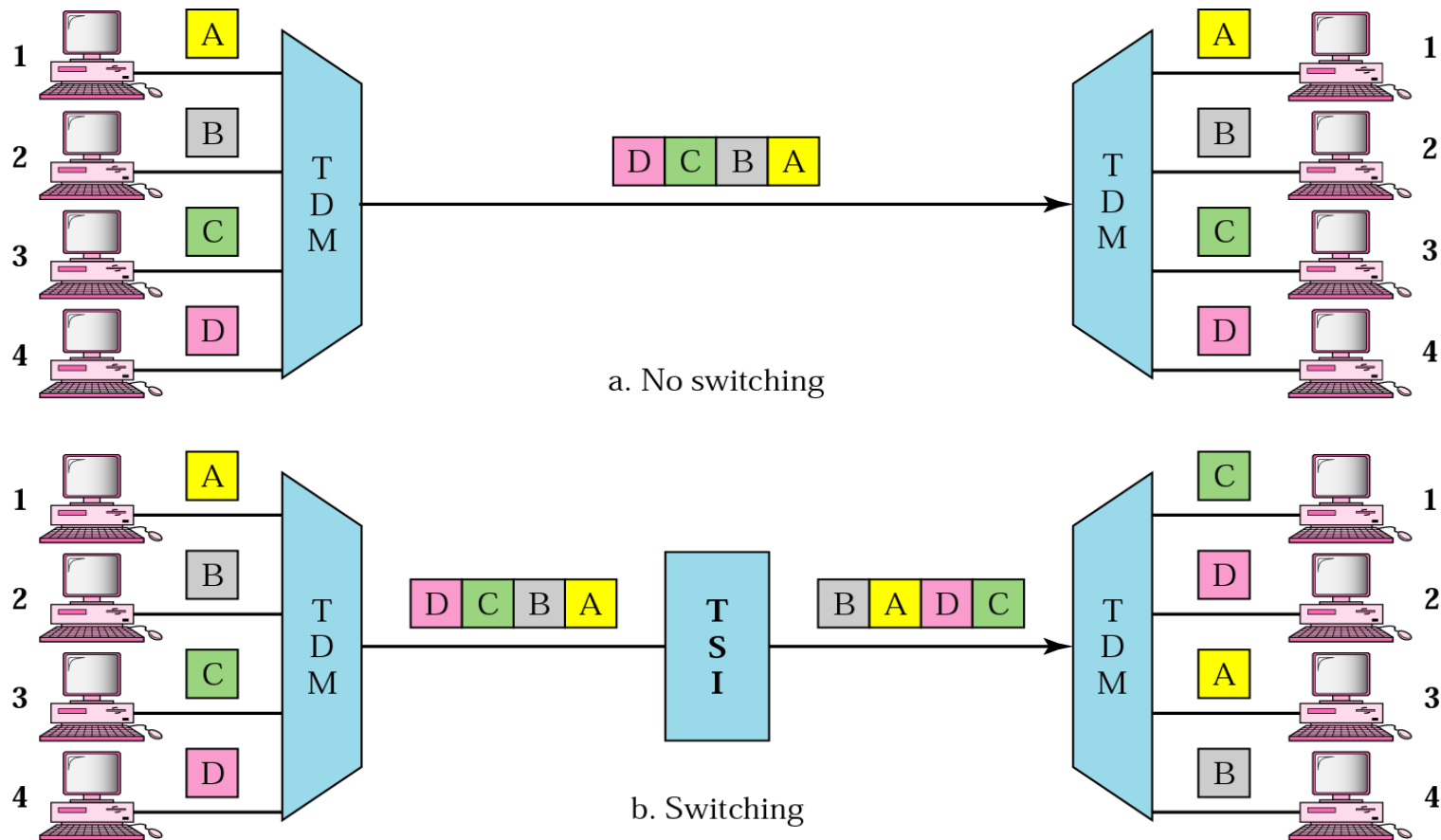
a. First option



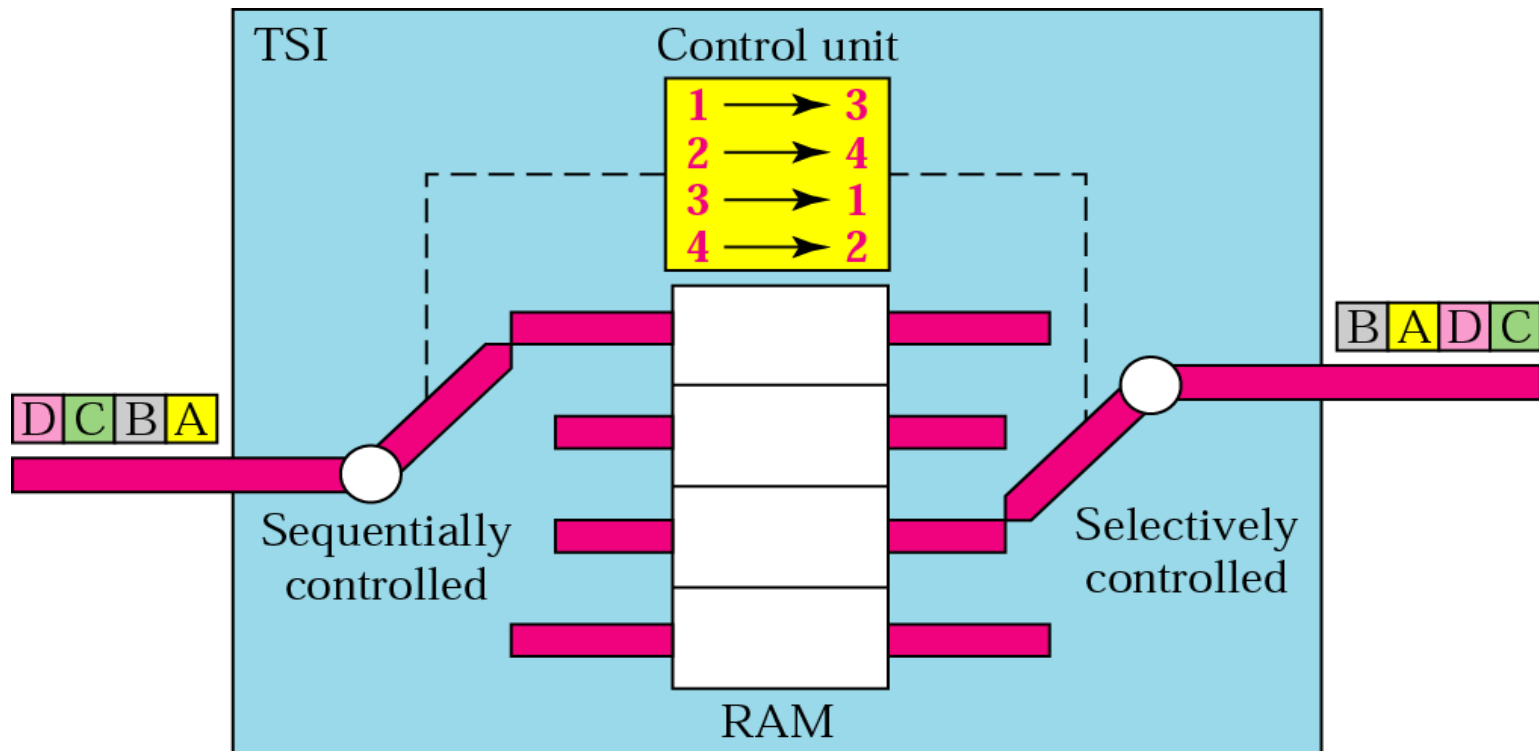
b. Second option

# TIME-DIVISION SWITCHING

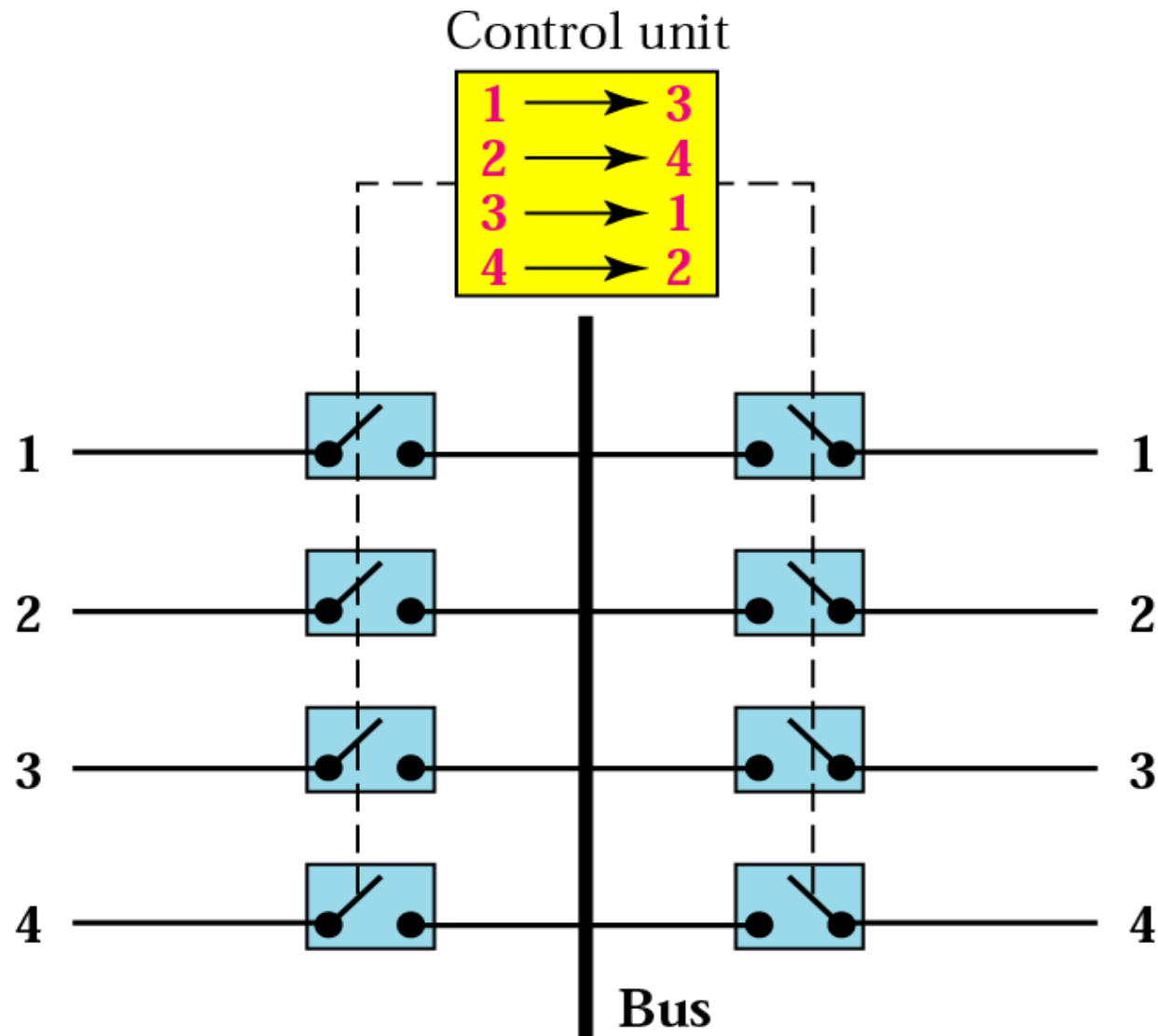
**Figure** *Time-division multiplexing, without and with a time-slot interchange*



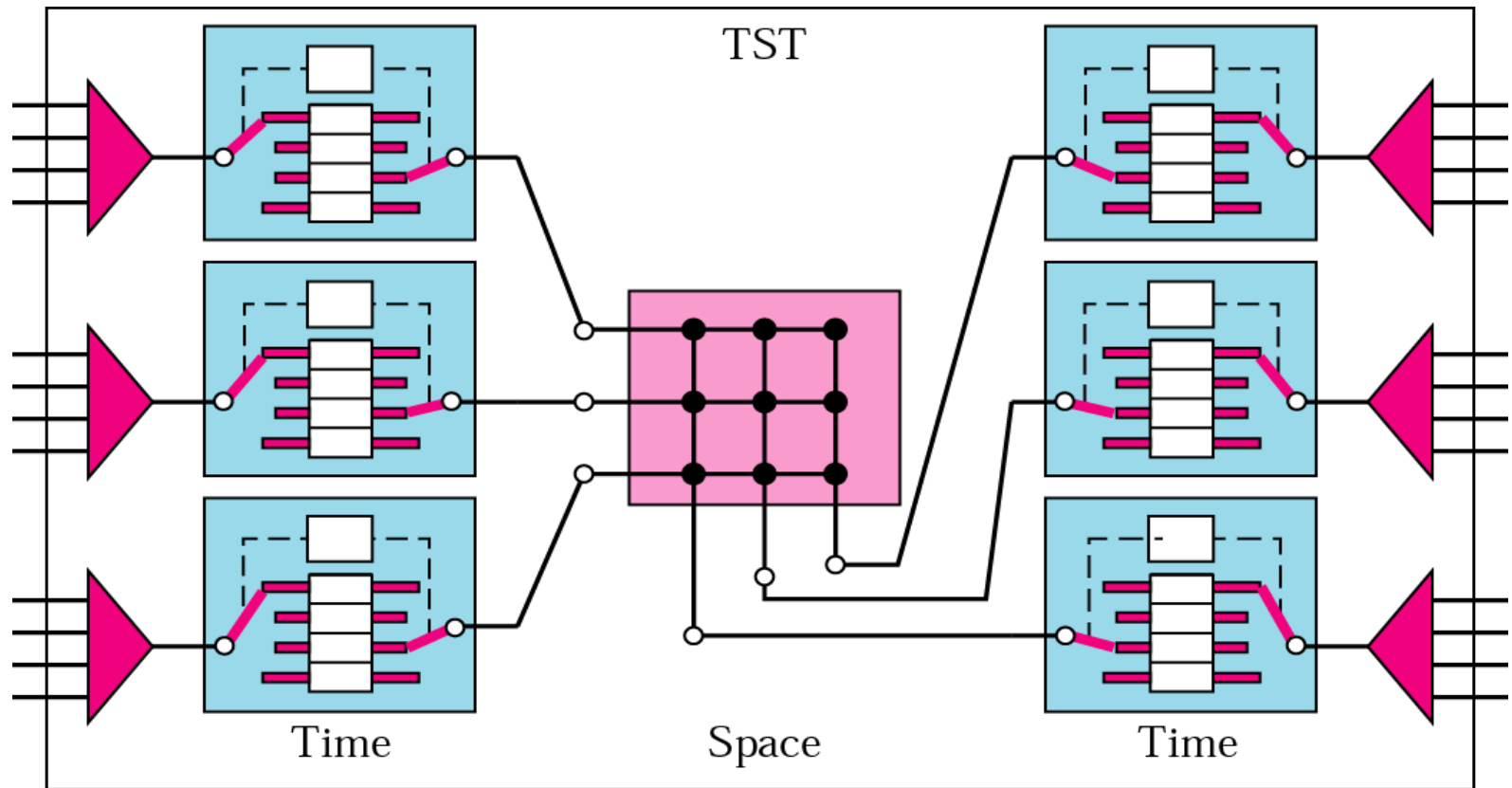
# Figure *Time-slot interchange*



# Figure *TDM bus*

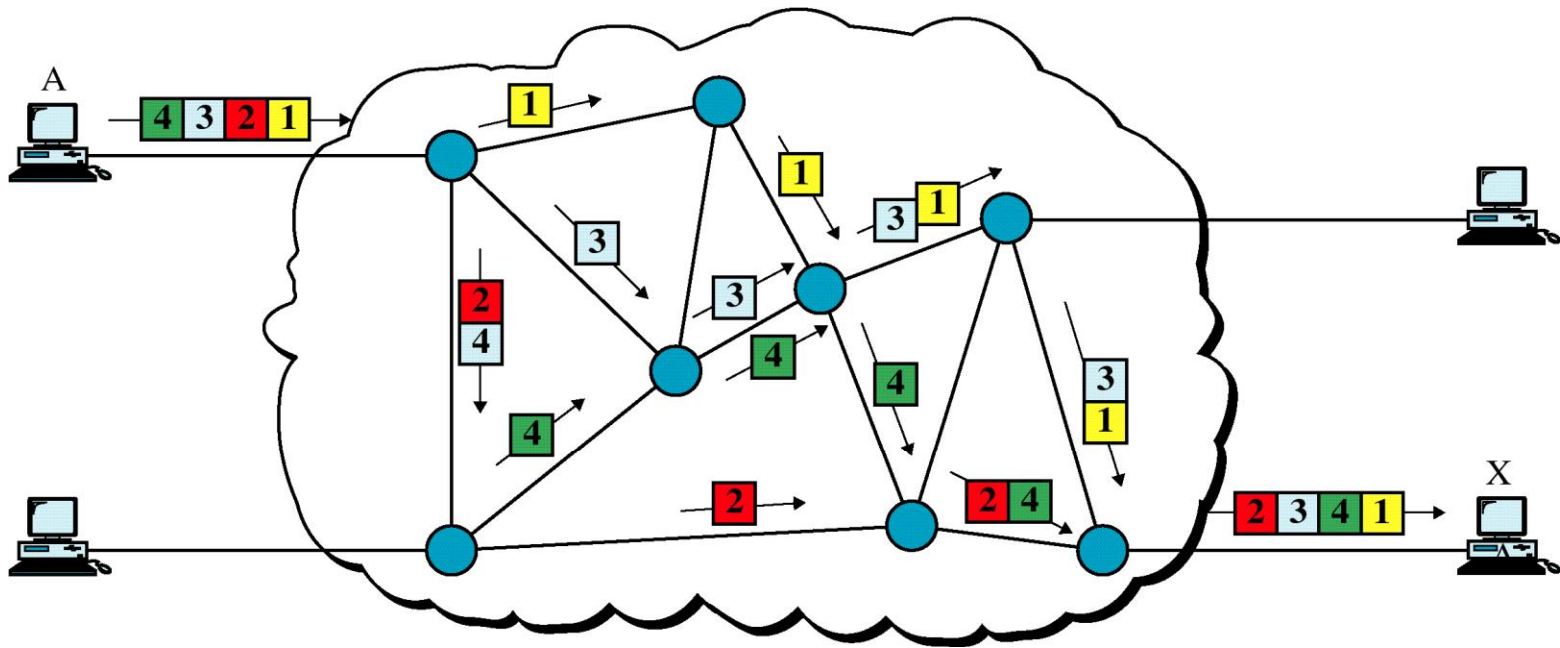


**Figure** *TST switch*



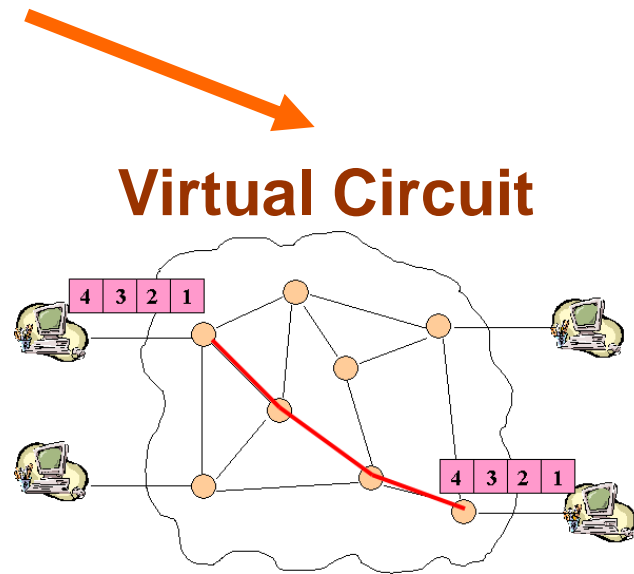
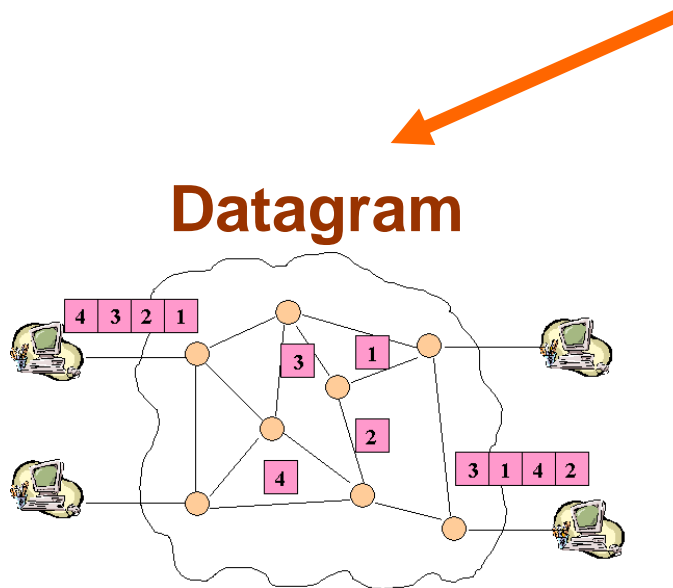
## 2. Packet Switching

### Packet Switching: Virtual Switching (Virtual path connection)





# Packet Switching: Virtual Switching (Virtual path connection)



**SVC: Switched Virtual Circuit**  
**PVC: Permanent Virtual Circuit**

- No physical reserved paths -> Virtual paths

## 2.1 DATAGRAM NETWORKS

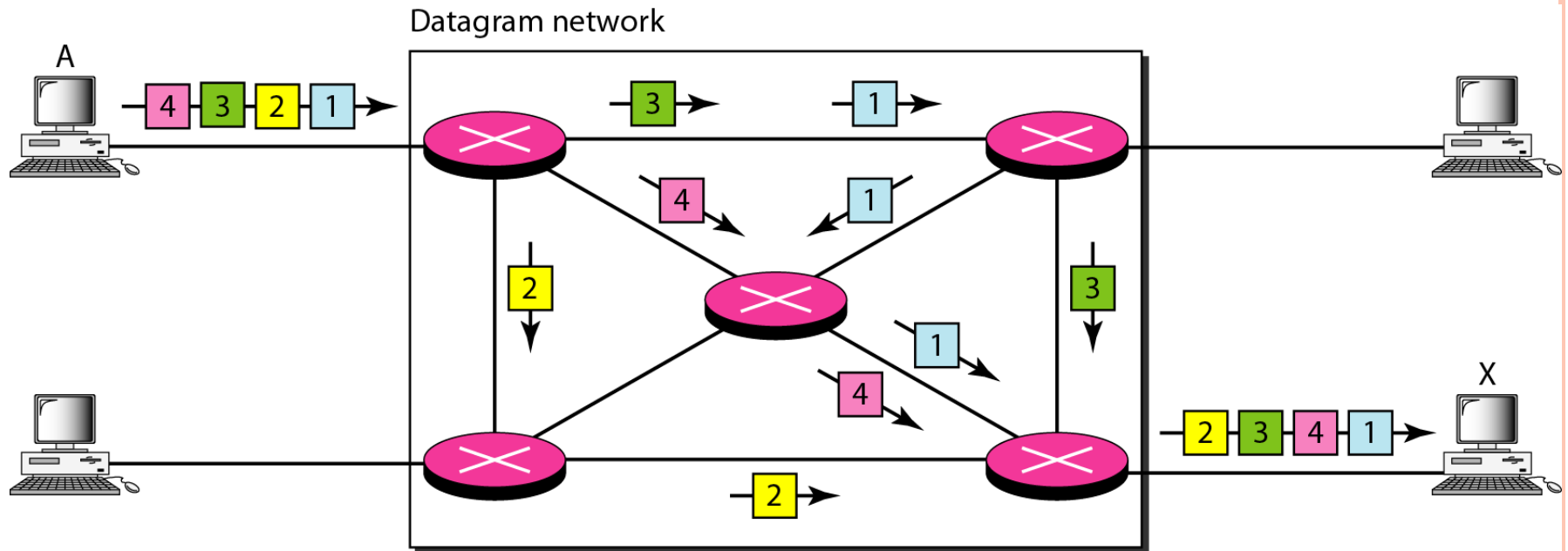
ໃນການສື່ສານຂໍ້ມູນ, ພວກເຮົາຕ້ອງການສິ່ງຂໍ້ຄວາມຈາກລະບົບປາຍທາງໜຶ່ງຫາທາງອື່ນໆ. ຖ້າຫາກຂໍ້ມູນທີ່ຈະສົ່ງຜ່ານເຄືອຂ່າຍ packet-switched, ມັນຈຳເປັນຕ້ອງຖືກແບ່ງໃຫ້ເປັນ packets ທີ່ຕາຍຕົວ ຫຼື ສາມາດປ່ຽນແປງຂະໜາດໄດ້. ຂະໜາດຂອງແພັກເກັດຂໍ້ມູນແມ່ນຖືກກຳນົດໂດຍເຄືອຂ່າຍ ແລະ ຄວບຄຸມໂດຍໂປຣໂຕຄອນ (protocol).

*Note*

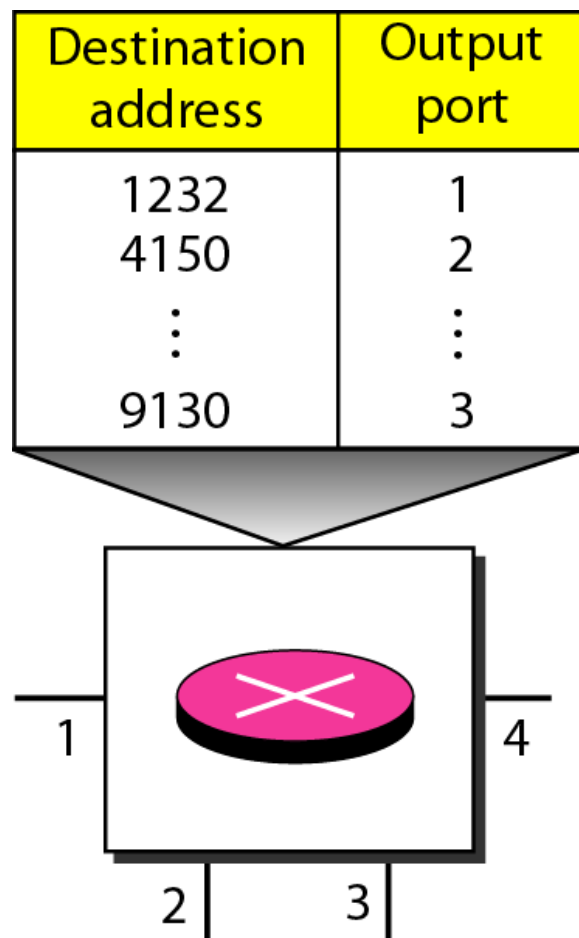
ຢູ່ໃນເຄືອຂ່າຍຂອງ **packet-switched**, ແມ່ນບໍ່ມີການກຳນົດແຫຼ່ງທີ່ມາຂອງຂໍ້ມູນ; ແຫຼ່ງທີ່ມາຂອງຂໍ້ມູນແມ່ນຖືກຈັດສັນໄວ້ຕາມຄວາມຕ້ອງການ.

Figure: តើខ្ញុំ ផ្ញើ datagram ជាមួយ 4 ស្លាក

*A datagram network with four switches (routers)*



**Figure:** *Routing table in a datagram network*



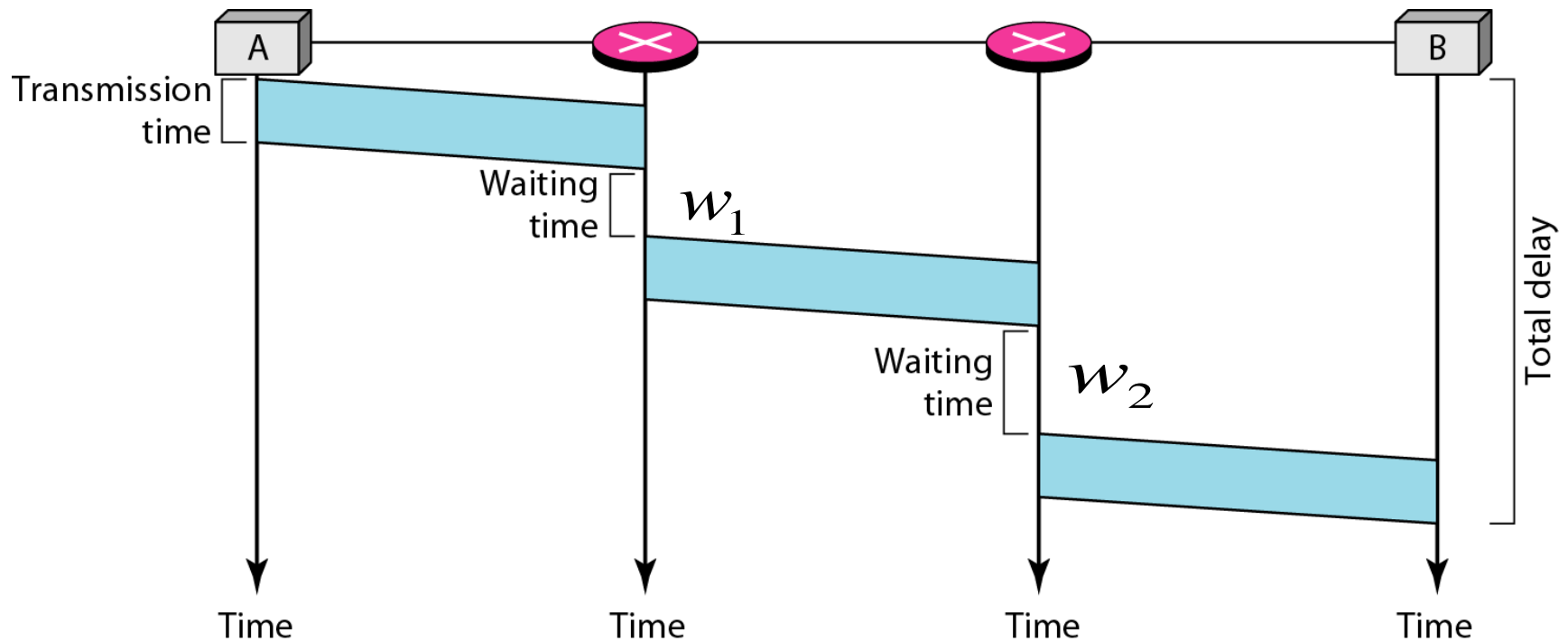
switch ທີ່ຢູ່ໃນເຄືອຂ່າຍຂອງ datagram ແມ່ນໄດ້ໃຊ້ **routing table** ທີ່ສາມາດບົ່ງບອກທີ່ຢູ່ຂອງປາຍທາງ.

ທີ່ຢູ່ປາຍທາງຢູ່ໃນສ່ວນຫົວຂອງ ແພັກເກັດໃນເຄືອຂ່າຍ datagram ຍັງ ຄົງເໝືອນເດີມໃນລະຫວ່າງການເດີນທາງ ຂອງແພັກເກັດ

Figure: ເກີດການລ້ຳຊ້າໃນເຄືອຂ່າຍດາຕາແກຣມ

(*Delay in a datagram network*)

$$3T + 3\tau + w_1 + w_2$$



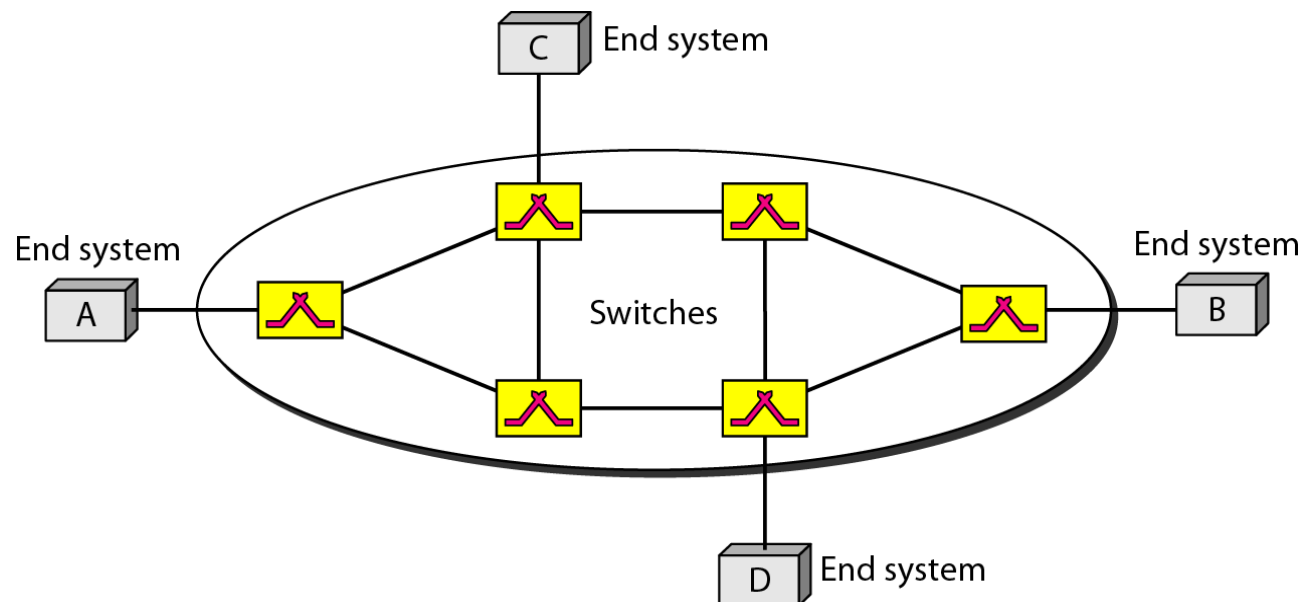
**T = transmission time**

**$\tau$  = propagation time**

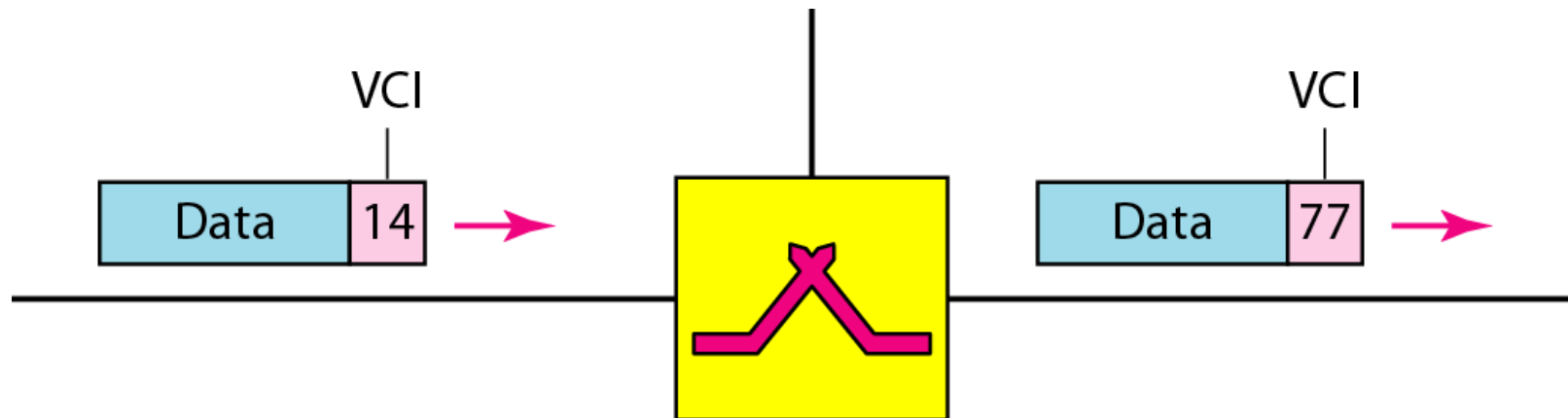
## 2.3 VIRTUAL-CIRCUIT NETWORKS

ໃນເຄືອຂ່າຍຂອງ *virtual-circuit* ແມ່ນໄດ້ປະສົມປະສານລະຫວ່າງ *circuit-switched network* ແລະ *datagram network*. ມັນໄດ້ມີຄຸນລັກສະນະ ຄ້າຍຄືຂອງທັງສອງເຄືອຂ່າຍ.

**Figure** *Virtual-circuit network*



**Figure** *Virtual-circuit identifier: VCI*



**Figure** *Switch and tables in a virtual-circuit network*

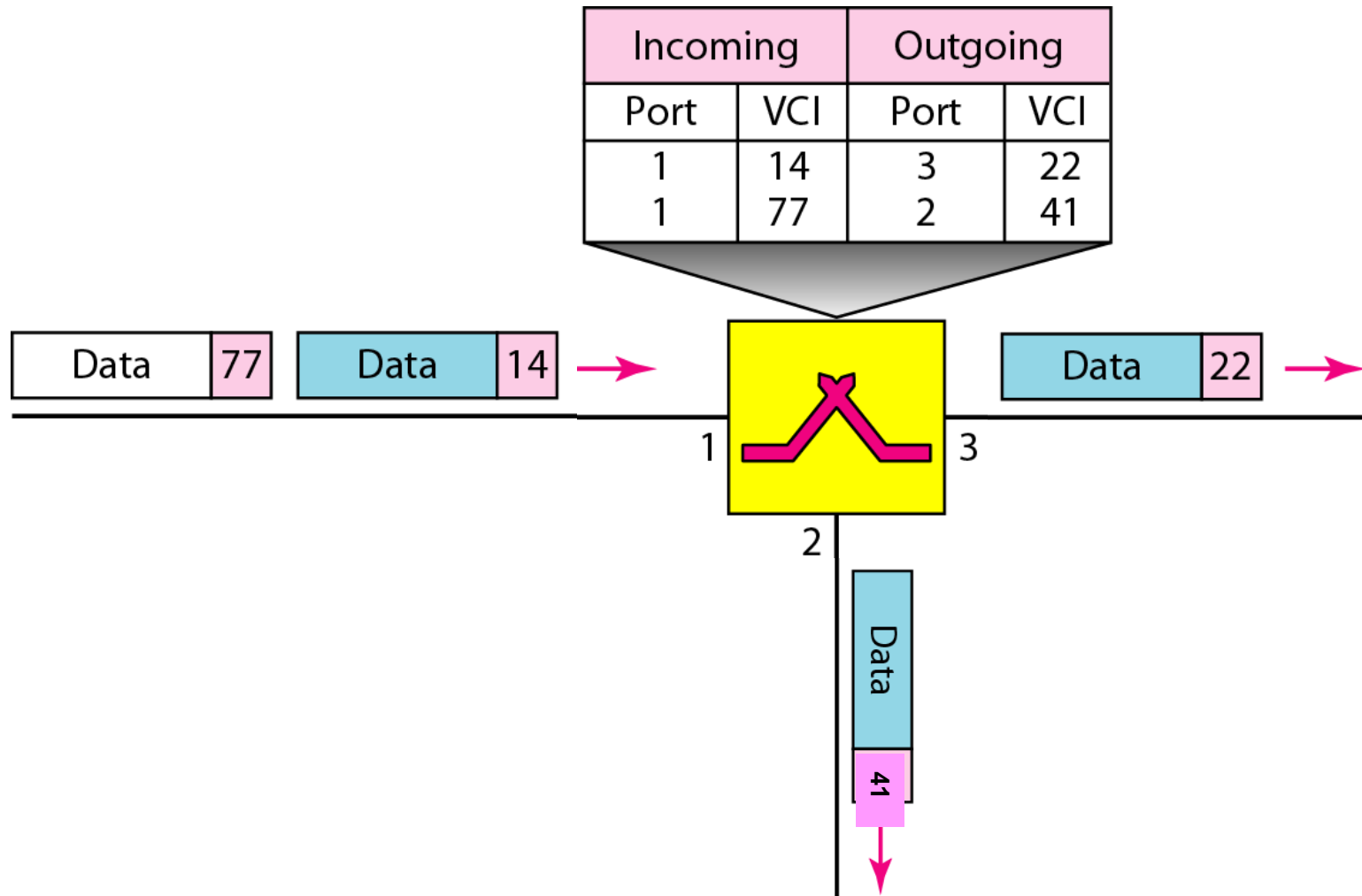
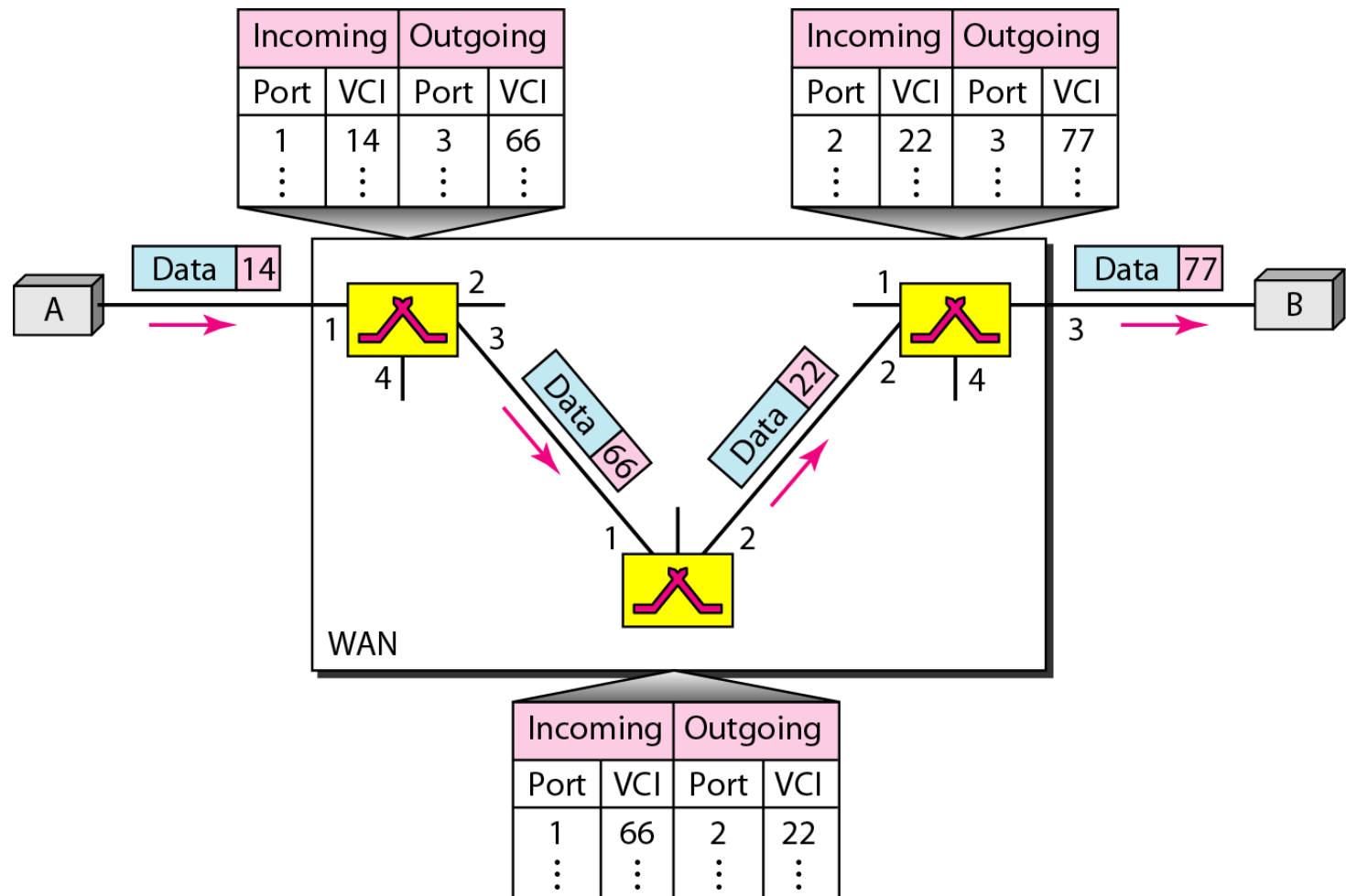
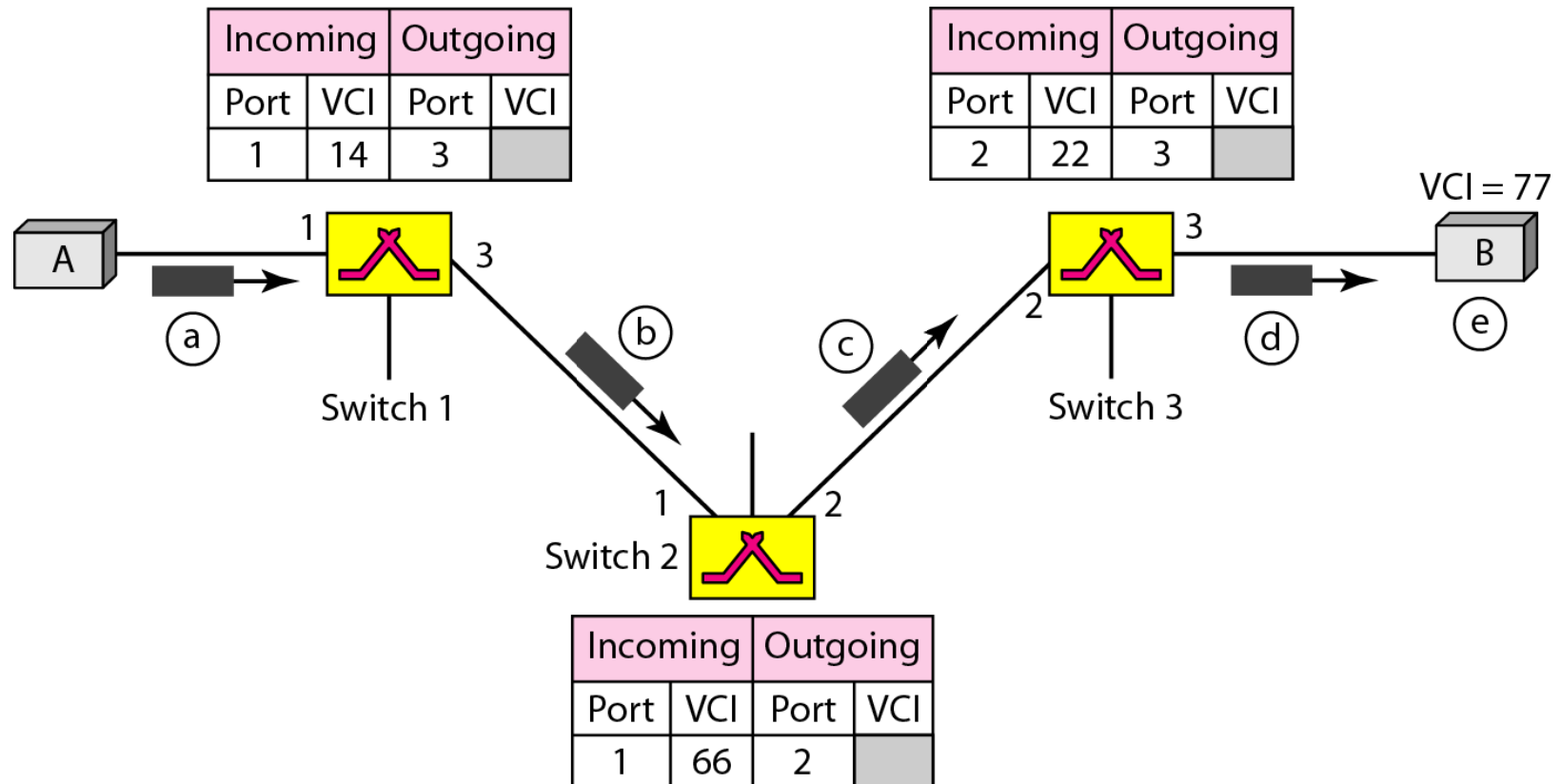




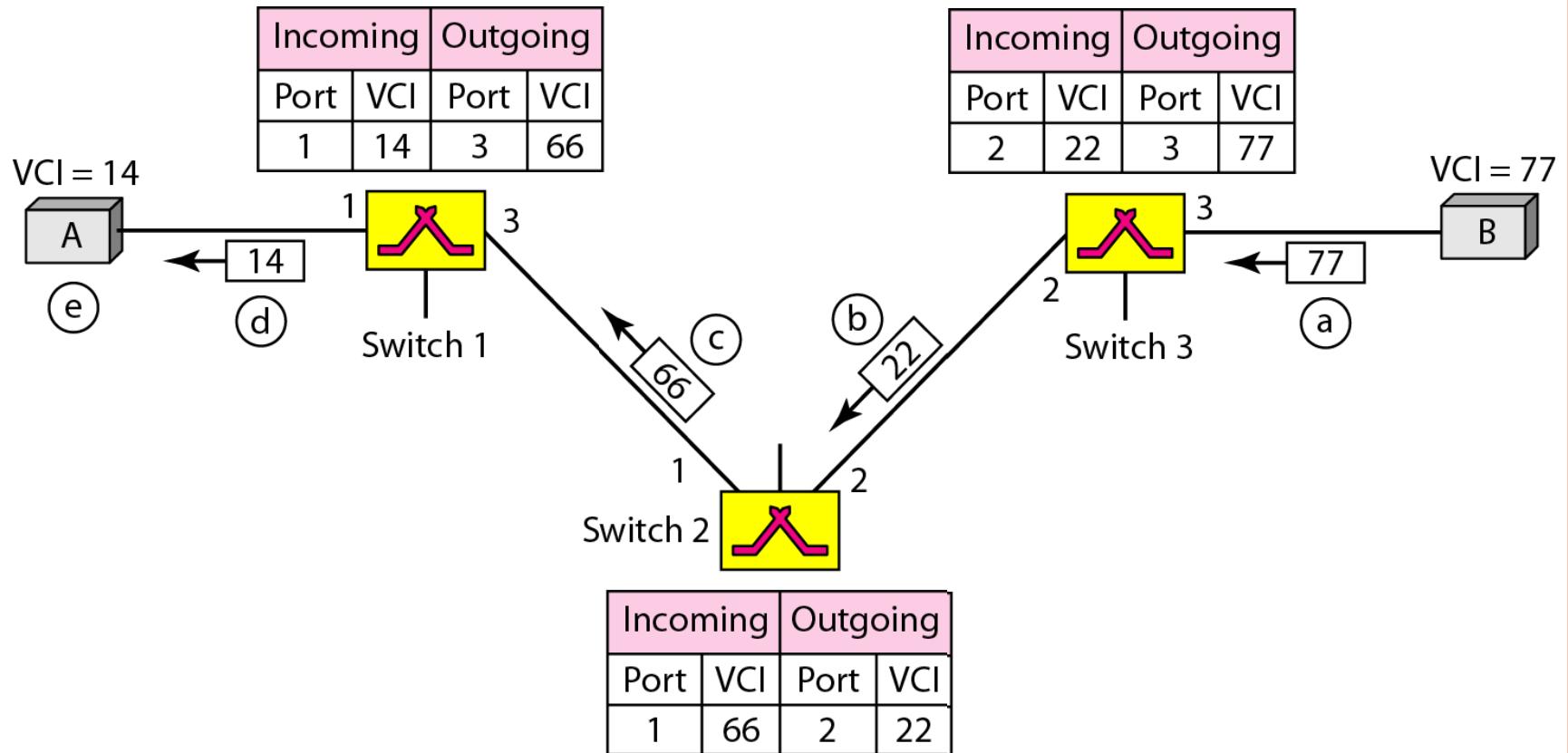
Figure ການໂອນຍ້າຍຂໍ້ມູນຈາກຕົ້ນທາງຫາປາຍທາງໃນເຄືອຂ່າຍ virtual-circuit  
*(Source-to-destination data transfer in a virtual-circuit network)*



**Figure** *Setup request in a virtual-circuit network*



**Figure** *Setup acknowledgment in a virtual-circuit network*

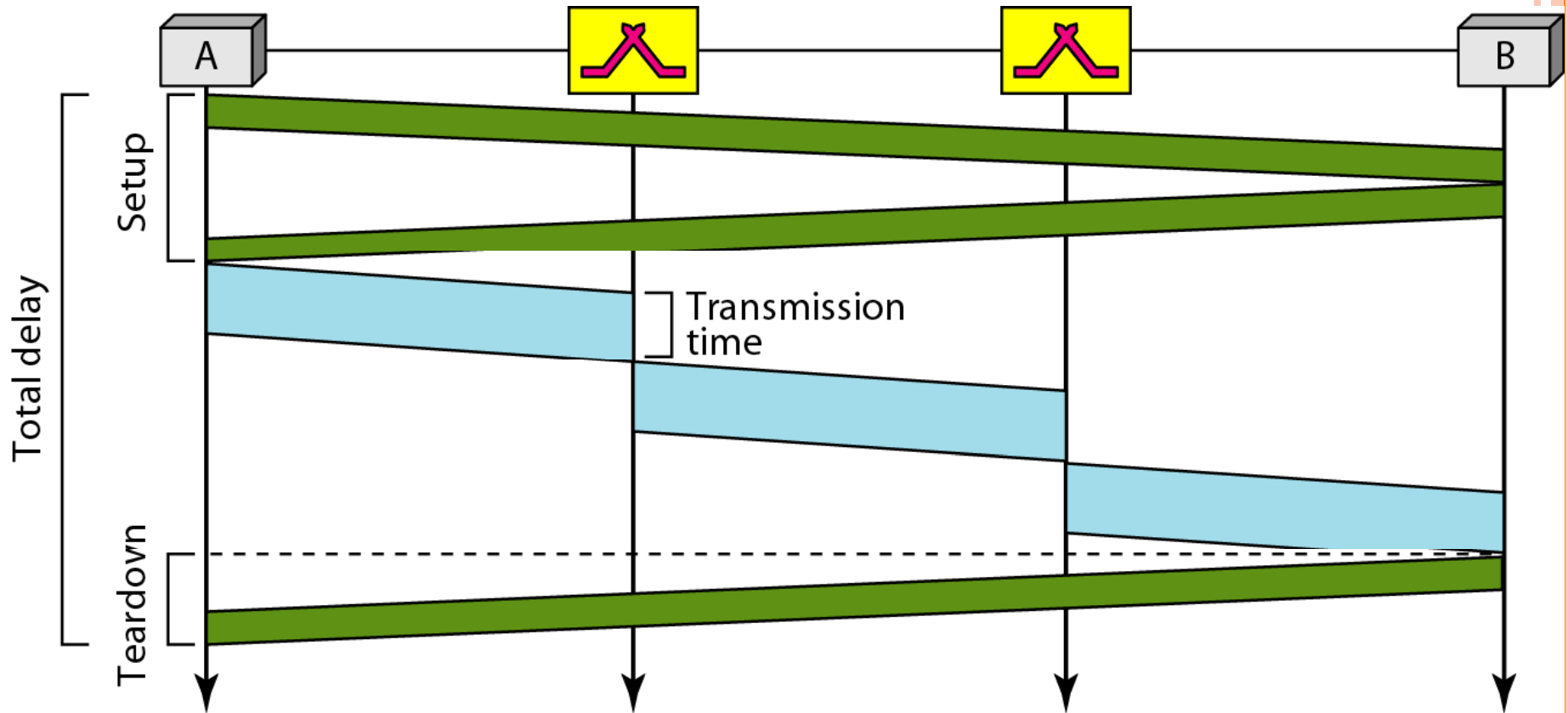


## Note

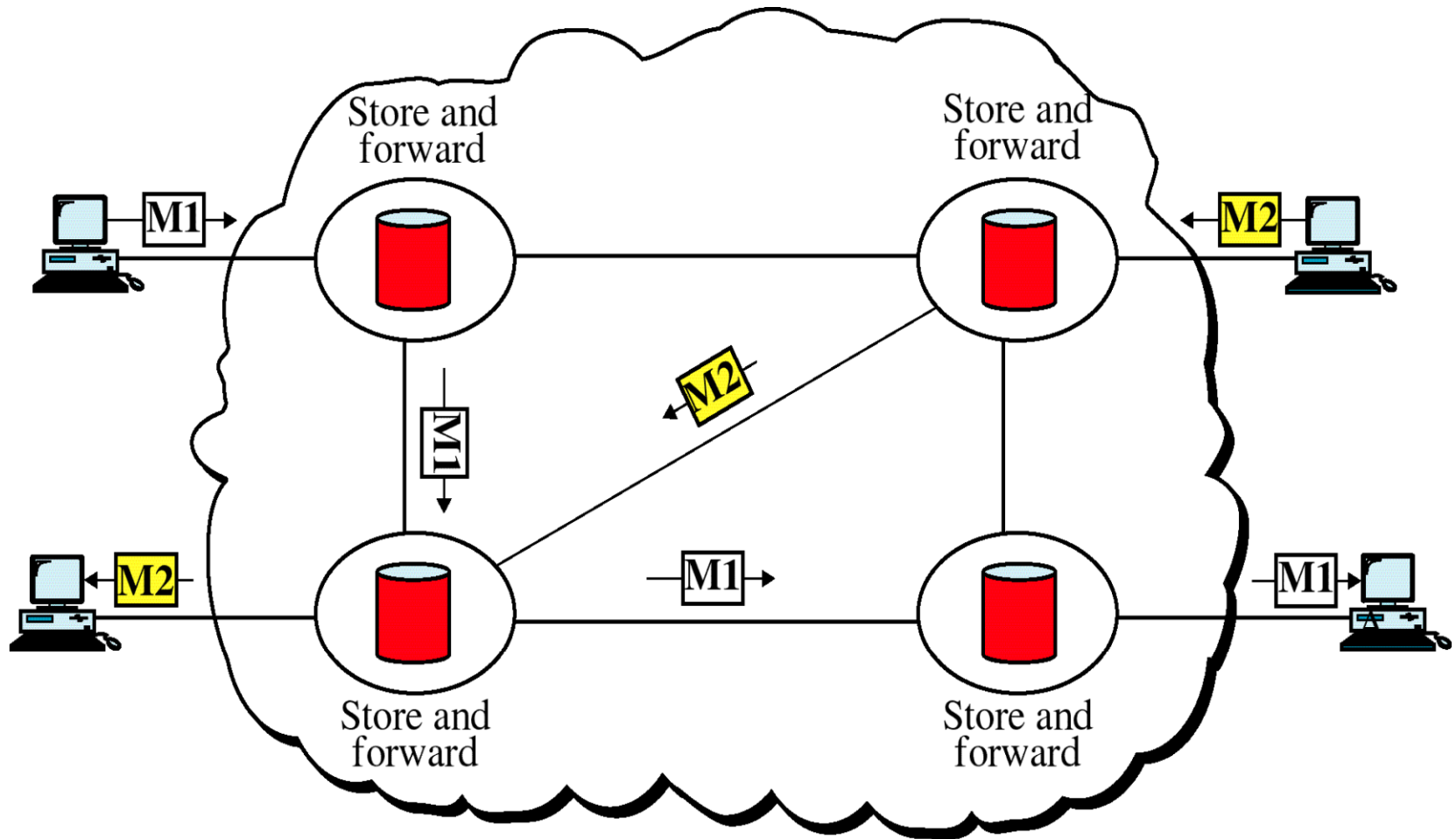
ຢູ່ໃນການສະວິດຂອງ **virtual-circuit**, ແພັກເກັດທັງໝົດຈະມີຄຸນສົມບັດສ່ວນຕົວຄ້າຍຄືກັນກັບແຫຼ່ງກຳເນີດຂໍ້ມູນ ແລະ ປາຍທາງທີ່ເດີນທາງໃນເສັ້ນທາງດຽວກັນ ແຕ່ວ່າແພັກເກັດອາດຈະມາຮອດປາຍທາງດ້ວຍຄວາມລ້ຳຊ້າທີ່ແຕກຕ່າງກັນ

**Figure** *Delay in a virtual-circuit network*

$$3T + 3\tau + \text{setup delay} + \text{teardown delay}$$



## 2.3 Message Switching



# SWITCHING COMPARISON

	Circuit Switching	Packet Switching		Message
		Datagram	Virtual circuit	
Physical Path	Dedicated	No dedicated	No dedicated	No dedicated
Virtual Path	No	Yes, but not dedicated	Yes, and dedicated	Yes, but not dedicated
Data	Contineous transmission of data	Packet Transmission	Packet Transmission	Message Transmission
Data Storage	No	Packet	Packet	Message
Duration of connection	Path last for entire conversation	Route established for each packet	Route last for entire conversation	Route established for each message
Connection Setup	Yes	No	Yes	No