



哈尔滨工业大学
Harbin Institute of Technology

计算机网络 课程实验报告

实验名称	简单网络组建及配置					
姓名	徐柯炎		院系	计算机科学与技术学院		
班级	2103602		学号	2021110683		
任课教师	刘亚维		指导教师	刘亚维		
实验地点	格物 207		实验时间	2023.11.11		
实验课表现	出勤、表现得分(10)		实验报告 得分(40)		实验总分	
	操作结果得分(50)					
教师评语						



哈尔滨工业大学计算学部
FACULTY OF COMPUTING, HIT

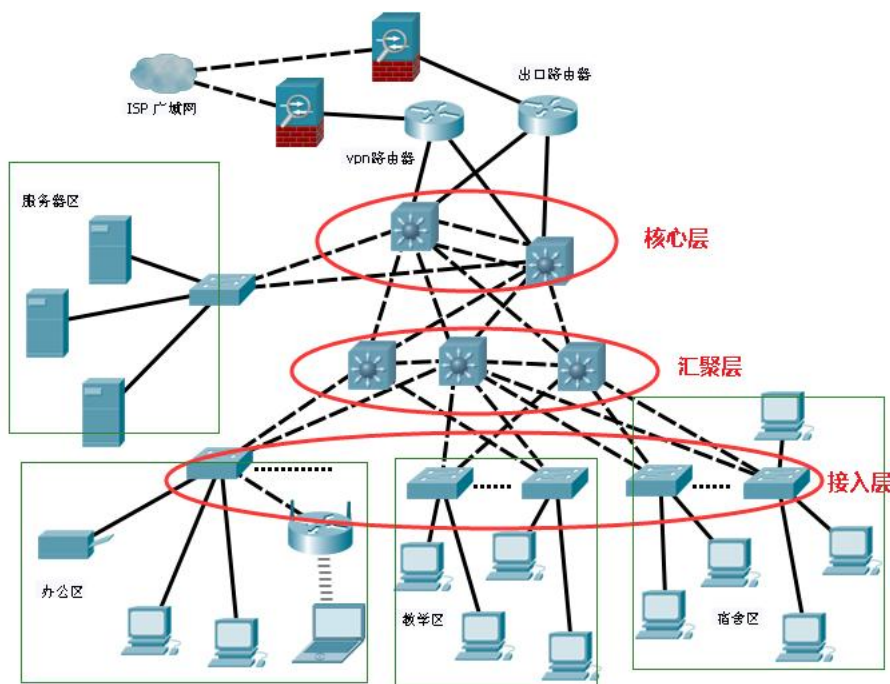
实验目的：

1. 了解网络建设的相关过程，通过分析用户需求，结合自己掌握到的网络知识，规划设计网络实施方案。
2. 掌握基本的网络设备运行原理和配置技术。
3. 独立完成一个简单校园网的基本建设、配置工作，并能发现、分析并解决简单的网络问题。
4. 理论结合实践，深刻理解网络运行原理和相关技术，提高动手能力和应用技巧。
5. 引导学生对相关知识的探索和研究，促进学生的主动学习热情。

实验内容：
(1) 实验项目

某职业技术学校决定新建校园网，网络规划设计师已经完成了该项目的总体规划和设计，部分具体项目规划和设计还没有完成；请你根据所学到的网络知识帮助该网络规划设计师完成剩余的工作内容，并承担整个项目的实施建设工作。

如图所示，该网络拓扑采用通用的三层架构设计，分别为接入层、汇聚层和核心层。汇聚层、核心层均采用了冗余链路设计，防止单点故障影响到系统的核心服务。校园网通过购买的 ISP 服务同 Internet 互联，通过有限的公网 IP 地址，利用地址翻译技术（NAT）提供对 Internet 的访问服务支持；通过端口映射技术提供对学校 WEB、数据等服务器的外部访问支持。校园网出口布置了防火墙和入侵检测系统，同时提供了 VPN 访问支持。


(2) 实验需求

如图所示，在不考虑对外服务（即校园网用户访问 Internet 和 Internet 用户访问校园对外服务器）及冗余链路的前提下，请按用户需求设计出该校园网的局域网部署规划设计，并最终完成各相关区域的各设备连通任务。

用户的相关需求如下，请给出具体的规划设计和实施过程：

① **校园中心机房** 存放网络核心设备、WEB 服务器、数据库服务器、流媒体服务器等相关服务器，服务器数量在 10 台以内，未来可扩展到 20 台。对全部校园网用户开放，提供 7*24 小时不间断服务支持。

② **办公区** 教师和校领导办公区，存放日常办公设备和相关耗材；目前用户数量 80 左

右，未来可以扩展到 200；提供无线接入服务禁止宿舍区用户访问该区资源，允许教学区用户访问该区资源。

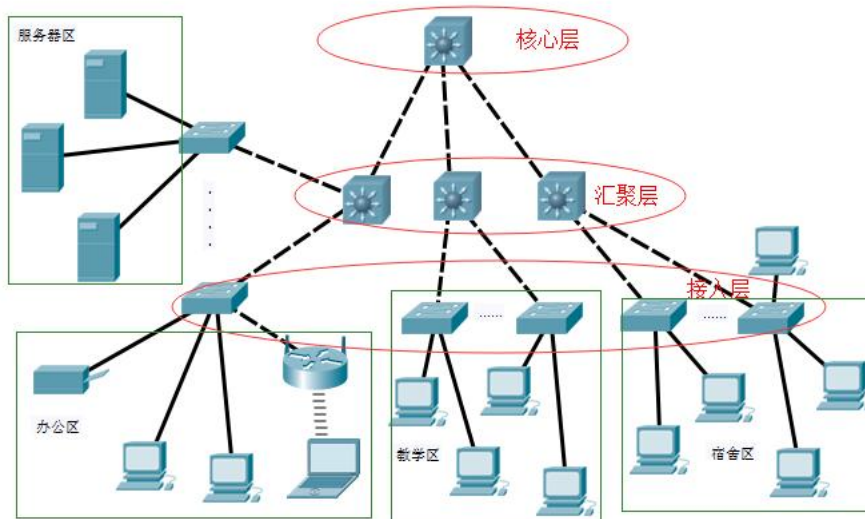
③ **教学区** 提供各教学设备网络连接支持。目前，需联网的有线设备数为 120，未来可扩展到 240。

④ **宿舍区** 提供学生上网服务。目前，用户共计 700 人，未来可扩展到 1000 人。

实验过程：

（一）项目分析

1. 在不考虑冗余链路的前提下，可将上图拓扑示意图简化为下图所示。



2. IP 地址分配方案分析：

虽然私有 IP 地址数量较多，但为了管理方便，以及提高网络的高性能，减少不必要的流量消耗；我们更应该合理设计 IP 地址分配方案，便于以后的网络升级、扩展，便于相关网络策略的实施部署工作。

根据前面的用户需求可知：

中心机房（即服务器区），需要分配至少 20 个 IP 地址；

办公区，有线和无线至少要分配 400 个 IP 地址；

教学区，至少要分配 240 个 IP 地址；

宿舍区，至少要分配 1000 个 IP 地址；

3. 不考虑对外服务，则只设计校园局域网规划基本配置即可，即校园局域网的核心层、汇聚层和接入层基本连通服务设计。

4. 各网络设备基本配置内容包括：设备名称、密码；设备地址；设备访问方式。核心层，主要实现更快的数据传输速度，因此只需配置好适当的路由策略即可。汇聚层，根据需要这里可以实施必要的访问控制策略，如为相关终端提供参数配置服务（如 DHCP 服务）等。接入层，提供各种终端接入服务，包括有线和无线接入服务，以及允许或禁止接入终端的过滤策略等。

5. 禁止宿舍区的用户访问办公区的资源，允许教学区的用户访问办公区的资源；结合所掌握的网络技术，可以采用取消相关路由条目的方式禁止访问。

① 根据你课堂或独自学习到的相关网络技术，该项目分析哪些地方还可以调整或改进？

因为中央机房是校园对外的窗口，存放着网络的核心设备，对全部校园网用户开放 24 小时服务，访问量非常大，所以将它和其它区域按照同样的方式划分是不合理的。

② 宿舍区用户较多，但策略相同；选择一个子网还是划分两个或多个子网呢，说说你的理由？

选择多个子网较为合理，因为如果都划分在一个子网的话，如果此子网瘫痪了，则宿舍区所有网络都将瘫痪，这显然是不合理的；同时划分在一个子网使用速度也会受到影响。

③ 校园网内地址分配方案均采用公网 IP 地址（未进行合法注册的公网 IP 地址）可行么，为什么？如果个别区域采用了未注册的公网 IP 地址，校园网建成后（成功配置了同 Internet 的有效连接），校园网内的用户访问 Internet 正常么，该区域的用户访问 Internet 正常么？为什么？

可行，因为本实验我们采用 NAT 技术，会将校园网内的 IP 地址转换为私有 IP，所以校园网内的用户访问 Internet 正常，该区域的用户访问 Internet 正常。

（二）项目设计

1. IP 地址分配方案

采用保留地址 192.168.0.0/16，最终分配范围 192.168.16.0 /20。

其中，宿舍区分配 192.168.24.0/21 段地址；其余区分配 192.168.16.0 /21 段地址。

中心机房：VLAN1 192.168.16.0/27

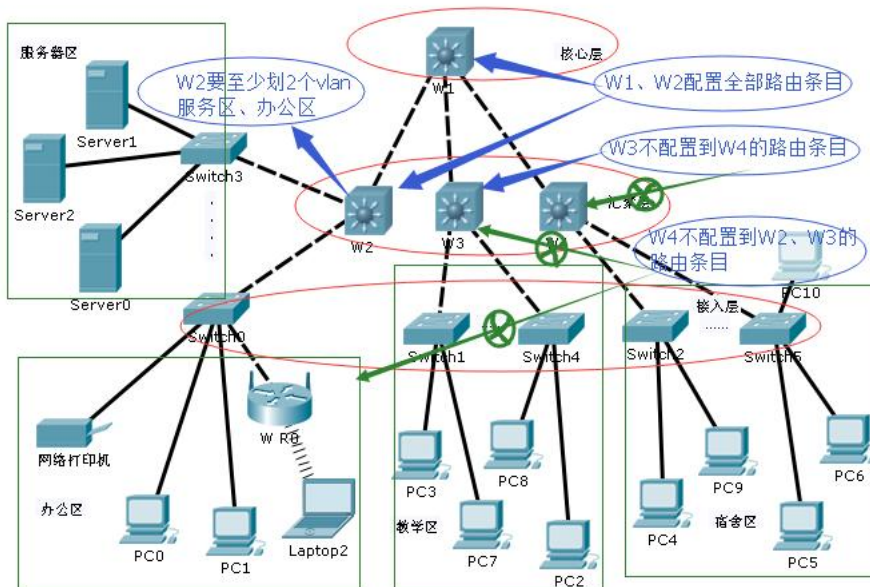
办公区：VLAN2—VLAN3 192.168.17.0/24 192.168.18.0/24

教学区：VLAN4 192.168.19.0/24 192.168.20.0/24

宿舍区：VLAN11—VLAN14 192.168.24.0/24~ 192.168.27.0/24

2. 整体设计

相关网络设备路由配置设计如下图所示（基本的网络设备参数设置未标明，仅大致标识了需要配置的路由策略）：



思考：按该设计方式，能否满足实验需求；如果考虑同 Internet 的连接，该设计方案是否可行，说明你的根据？

可行，因为分配的 IP 地址均无冲突，并且满足设计要求。

3. 相关网络设备配置设计

约定：

网络设备命名方式：楼号房间号_设备角色标识_[序号，可选]；

网络设备地址：各连接网段的最后一个有效地址（主要指网关），级联相关网络设备按同网关设备的距离递减。

各网络设备配置说明：

W1（三层交换机）：配置交换机的名称、密码，设备地址，telnet 访问参数，开启路由功能、设置相关静态路由，保存配置。

W2（三层交换机）：配置交换机的名称、密码，设备地址，telnet 访问参数，划分 VLAN（实际按地址分配方案，划分成三个 vlan 更优），开启路由功能、设置相关静态路由，保存配置。

W3（三层交换机）：配置交换机的名称、密码，设备地址，telnet 访问参数，根据需要划分 VLAN，开启路由功能、设置相关静态路由，保存配置。

W4（三层交换机）：配置交换机的名称、密码，设备地址，telnet 访问参数，根据需要划分 VLAN，开启路由功能、设置相关静态路由，保存配置。

Swch0—Swch3，以及其它级联交换机（二层）：配置交换机的名称、密码，telnet 访问参数，根据需要划分 VLAN，开启路由功能、设置相关静态路由，保存配置。

WR0—WR2：配置无线设备的名称、密码，无线网络参数，设备地址，根据需要开启或禁止 DHCP 服务，保存配置。

4. 网络终端设备配置设计

① 服务器区

IP 地址：192.168.16.0/27

网关：W2 的 VLAN1 地址；

② 办公区

IP 地址：192.168.17.0/24 和 192.168.18.0/24

网关：W2 的 VLAN2 和 VLAN3 地址；

③ 教学区

IP 地址：192.168.19.0/24

网关：W3 的地址；

④ 宿舍区

IP 地址：192.168.24.0/24~192.168.27.0/24

网关：W4 的 VLAN11 和 VLAN14 地址；

问题思考：

① 按以上项目设计内容，请你帮忙算出各区域终端设备的网关地址？

服务器区：

192.168.16.30 VLAN1

办公区：

192.168.17.254 VLAN2

192.168.18.254 VLAN3

教学区：

192.168.19.254 VLAN4

宿舍区：

192.168.24.254 VLAN11

192.168.25.254 VLAN12

192.168.26.254 VLAN13

192.168.27.254 VLAN14

② 服务器区：采用“IP 地址：192.168.16.0/27”和“IP 地址：192.168.16.0/24”哪个更好，说说你的看法依据？

选择 192.168.16.0/27 更好，因为当我们选择 192.168.16.0/27 的时候，此时可分配的 IP

数量为 $32-2=30$ 个，已经超过了我们需要的 IP 数量，而选择后一个会带来更多的浪费，所以选择第一个好。

(三) 实验过程

1. 终端配置过程:

(1) 终端设备参数配置

终端设备参数配置如下:

	IP 地址	子网掩码\默认网关	VLAN 信息
服务器区	192.168.16.1 至 192.168.16.28	255.255.255.224\192.168.16.30	VLAN1
办公区	192.168.17.1 至 192.168.17.252	255.255.255.0\192.168.17.254	VLAN2
	192.168.18.1 至 192.168.18.252	255.255.255.0\192.168.18.254	VLAN3
教学区	192.168.19.1 至 192.168.19.252	255.255.255.0\192.168.19.254	VLAN4
宿舍区	192.168.24.1 至 192.168.24.252	255.255.255.0\192.168.24.254	VLAN11
	192.168.25.1 至 192.168.25.252	255.255.255.0\192.168.25.254	VLAN12
	192.168.26.1 至 192.168.26.252	255.255.255.0\192.168.26.254	VLAN13
	192.168.27.1 至 192.168.27.252	255.255.255.0\192.168.27.254	VLAN14

具体配置如下:

服务器区: 3 台服务器均划分到 VLAN1 中, IP 地址分别为 192.168.16.1, 192.168.16.2, 192.168.16.3, 子网掩码均为 255.255.255.224, 默认网关均为 192.168.16.30。

办公区: 3 台有线终端设备被划分到 VLAN2 中, 打印机 IP 地址为 192.168.17.17, 两个主机 IP 地址依次为 192.168.17.1, 192.168.17.2, 子网掩码均为 255.255.255.0, 默认网关均为 192.168.17.254。一台无线终端设备被划分到 VLAN3 中, IP 地址动态分配, 子网掩码为 255.255.255.0, 默认网关为 192.168.18.254。

教学区: 4 台终端设备均被划分到 VLAN4 中, 主机 IP 地址依次为 192.168.19.1, 192.168.19.2, 192.168.19.3, 192.168.19.4。子网掩码均为 255.255.255.0, 默认网关为 192.168.19.254。

宿舍区: 5 台终端设备被分别划分到 VLAN11~VLAN14 中,

其中各个 VLAN 内的主机信息为:

VLAN11: 主机 IP 地址为 192.168.24.1, 默认网关为 192.168.24.254;

VLAN12: 主机 IP 地址为 192.168.25.1, 默认网关为 192.168.25.254;

VLAN13: 主机 IP 地址为 192.168.26.1, 默认网关为 192.168.26.254;

VLAN14: 2 台主机 IP 地址为 192.168.27.1, 192.168.27.2, 默认网关均为 192.168.27.254。

5 台终端设备子网掩码均为 255.255.255.0。

(2) 具体配置过程:

a. 服务器、终端IP地址配置过程:

The image consists of two screenshots from a network simulation software interface, likely Packet Tracer, showing the configuration of a server's IP address.

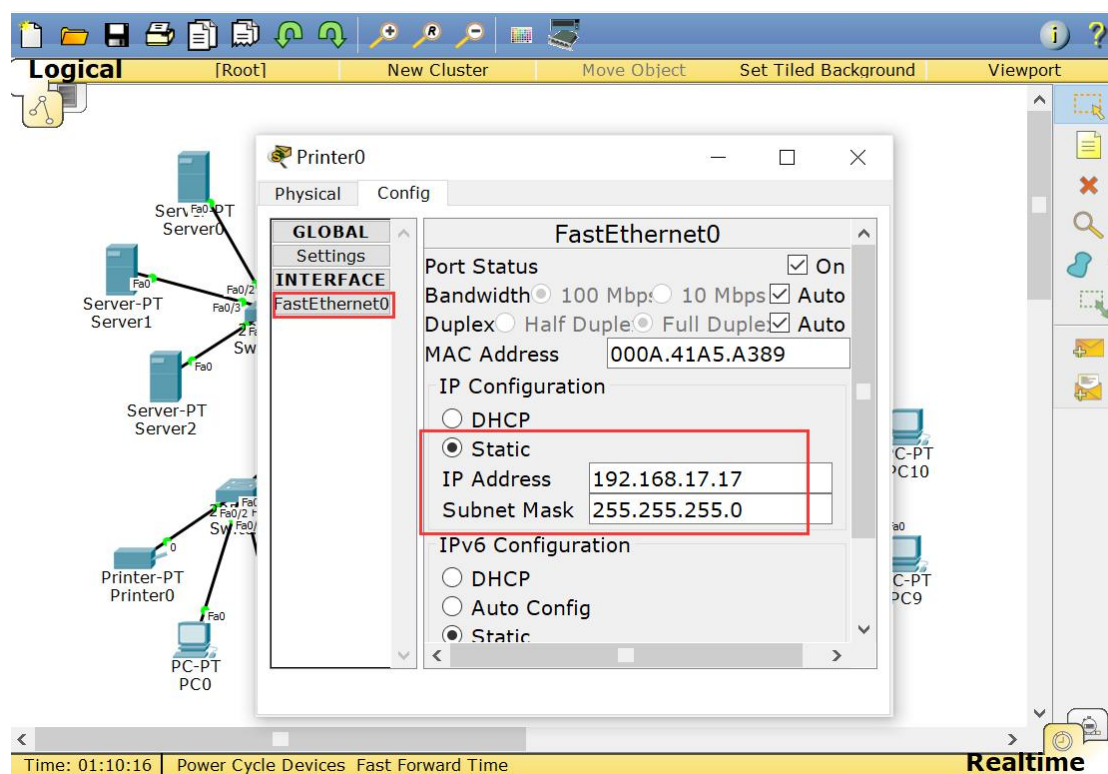
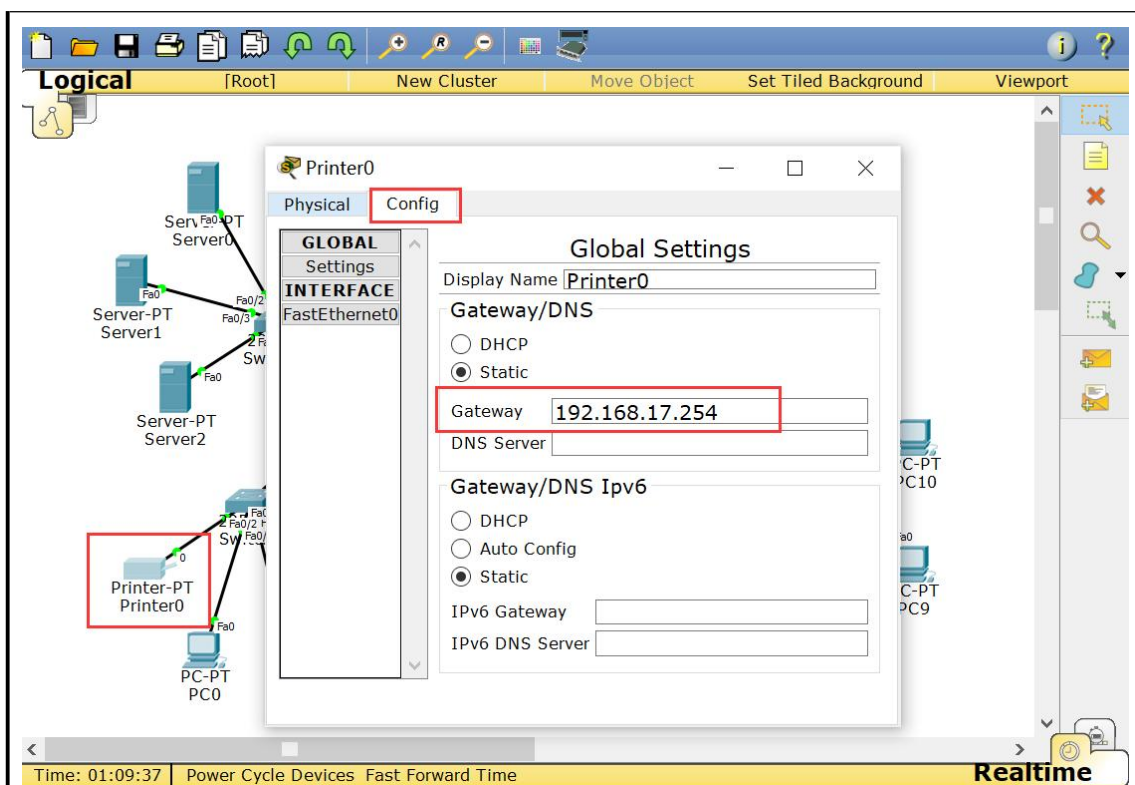
Top Screenshot: The 'Server0' configuration window is open, showing the 'Desktop' tab. The 'IP' icon is highlighted with a red box. The network topology on the left shows Server0 connected to Switch14, which is connected to other servers (Server1, Server2), a printer (Printer0), and PCs (PC0, PC1).

Bottom Screenshot: The 'IP Configuration' dialog box is open for the 'FastEthernet0' interface. The 'Static' radio button is selected. The configuration details are as follows:

IP Configuration	
Interface	FastEthernet0
<input type="radio"/> DHCP <input checked="" type="radio"/> Static	
IP Address	192.168.16.1
Subnet Mask	255.255.255.224
Default Gateway	192.168.16.30
DNS Server	
IPv6 Configuration	
<input type="radio"/> DHCP <input type="radio"/> Auto Config <input checked="" type="radio"/> Static	
IPv6 Address	
Link Local Address	FE80::201:C9FF:FEA9:22B5
IPv6 Gateway	
IPv6 DNS Server	

The status bar at the bottom indicates the time is 01:08:57 and the simulation is in 'Realtime' mode.

b. 打印机服务器终端IP地址配置过程:



2. 接入层配置过程:

(1) 接入层设备参数配置:

服务器区:

VLAN1: IP 地址为 192.168.18.29, 子网掩码为 255.255.255.224

办公区:

VLAN2: IP 地址为 192.168.17.253, 子网掩码为 255.255.255.0

VLAN3: IP 地址为 192.168.18.253, 子网掩码为 255.255.255.0

教学区:

VLAN4: IP 地址为 192.168.19.253, 子网掩码为 255.255.255.0

宿舍区:

VLAN11: IP 地址为 192.168.24.253, 子网掩码为 255.255.255.0

VLAN12: IP 地址为 192.168.25.253, 子网掩码为 255.255.255.0

VLAN13: IP 地址为 192.168.26.253, 子网掩码为 255.255.255.0

VLAN14: IP 地址为 192.168.27.253, 子网掩码为 255.255.255.0

(2) 具体配置过程:

创建 VLAN:

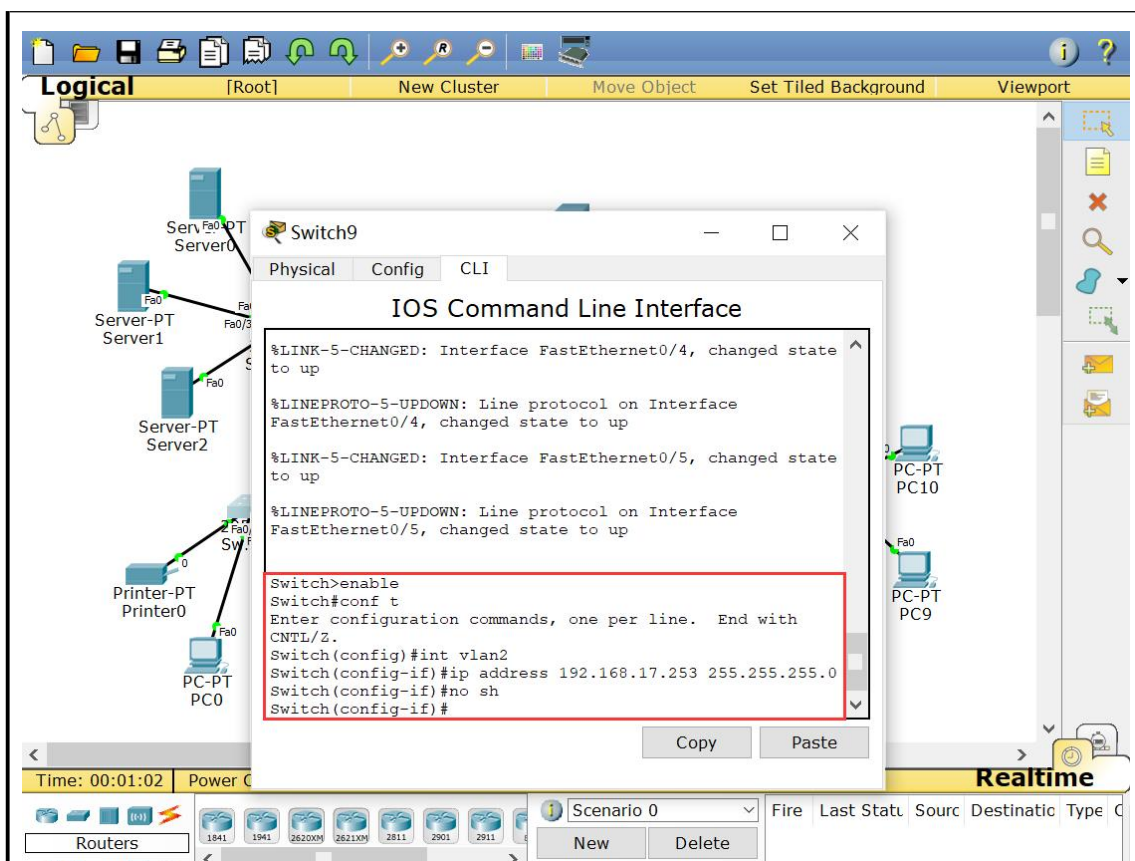
The screenshot shows a network simulation environment. On the left, a network topology is visible with various devices including servers (Server-PT Server0, Server-PT Server1, Server-PT Server2), a printer (Printer-PT Printer0), and laptops (PC-PT PC0, PC-PT PC1, Laptop-PT Laptop0). These devices are connected to a central switch (Switch14) and a wireless router (Wireless Router). The switch is highlighted with a red box. On the right, a 'Switch9' configuration window is open, showing the 'VLAN Configuration' tab. The 'VLAN Number' is set to 2, and the 'VLAN Name' is set to 'vlan2'. Below this, a table lists the configured VLANs:

VLAN No	VLAN Name
1	default
2	vlan2
3	vlan3

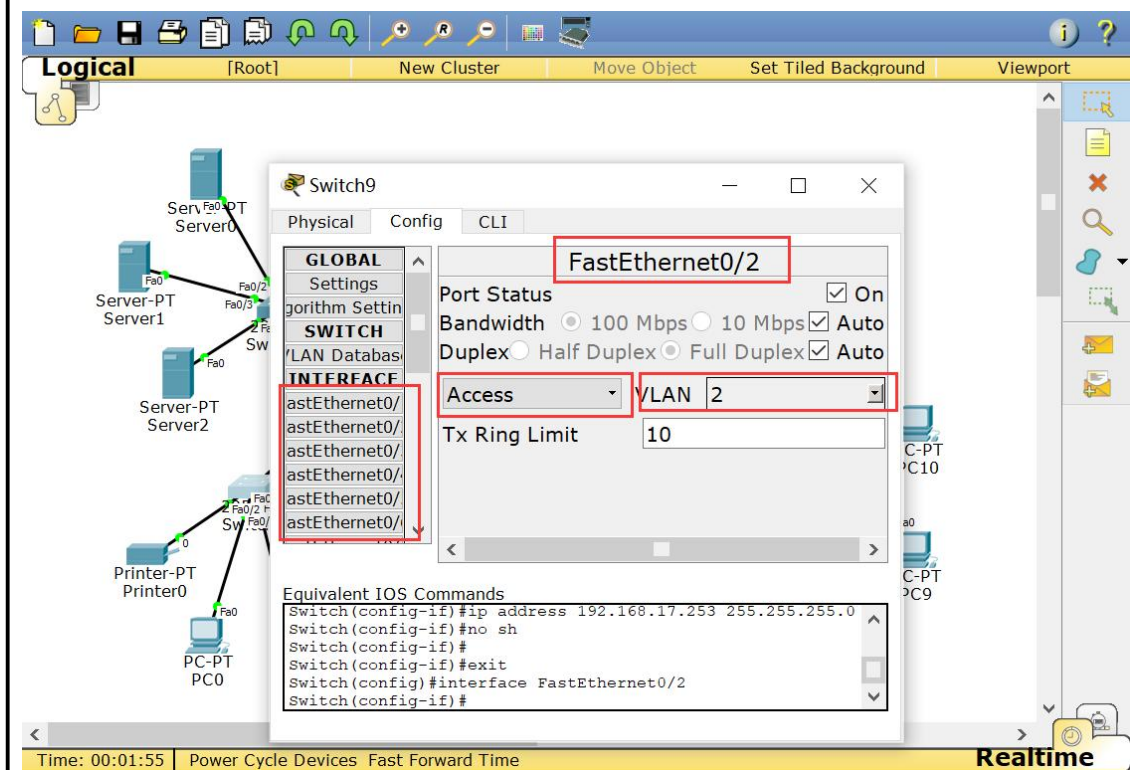
At the bottom of the window, the 'Equivalent IOS Commands' section shows the following commands:

```
Switch>enable
Switch#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with
CTRL/Z.
Switch(config)#
```

为新创建的 VLAN 设置 IP 地址:



把各个接口划分到对应的 VLAN 中：



3. 汇聚层配置过程：

(1) 汇聚层参数配置：

a. IP地址：

服务器区和办公区：

vlan编号	IP地址	子网掩码
vlan1	192.168.16.30	255.255.255.224
vlan2	192.168.17.254	255.255.255.0
vlan3	192.168.18.254	255.255.255.0
vlan6	192.168.21.1	255.255.255.252

教学区：

vlan编号	IP地址	子网掩码
vlan4	192.168.19.254	255.255.255.0
vlan7	192.168.22.1	255.255.255.252

宿舍区：

vlan编号	IP地址	子网掩码
vlan11	192.168.24.254	255.255.255.0
vlan12	192.168.25.254	255.255.255.0
vlan13	192.168.26.254	255.255.255.0
vlan14	192.168.27.254	255.255.255.0
vlan8	192.168.23.1	255.255.255.252

b. 路由表项：

添加路由表项的一般命令为：`ip route [目的网络地址] [子网掩码] [下一跳]`

服务器区和办公区：

`ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.21.2`

教学区：

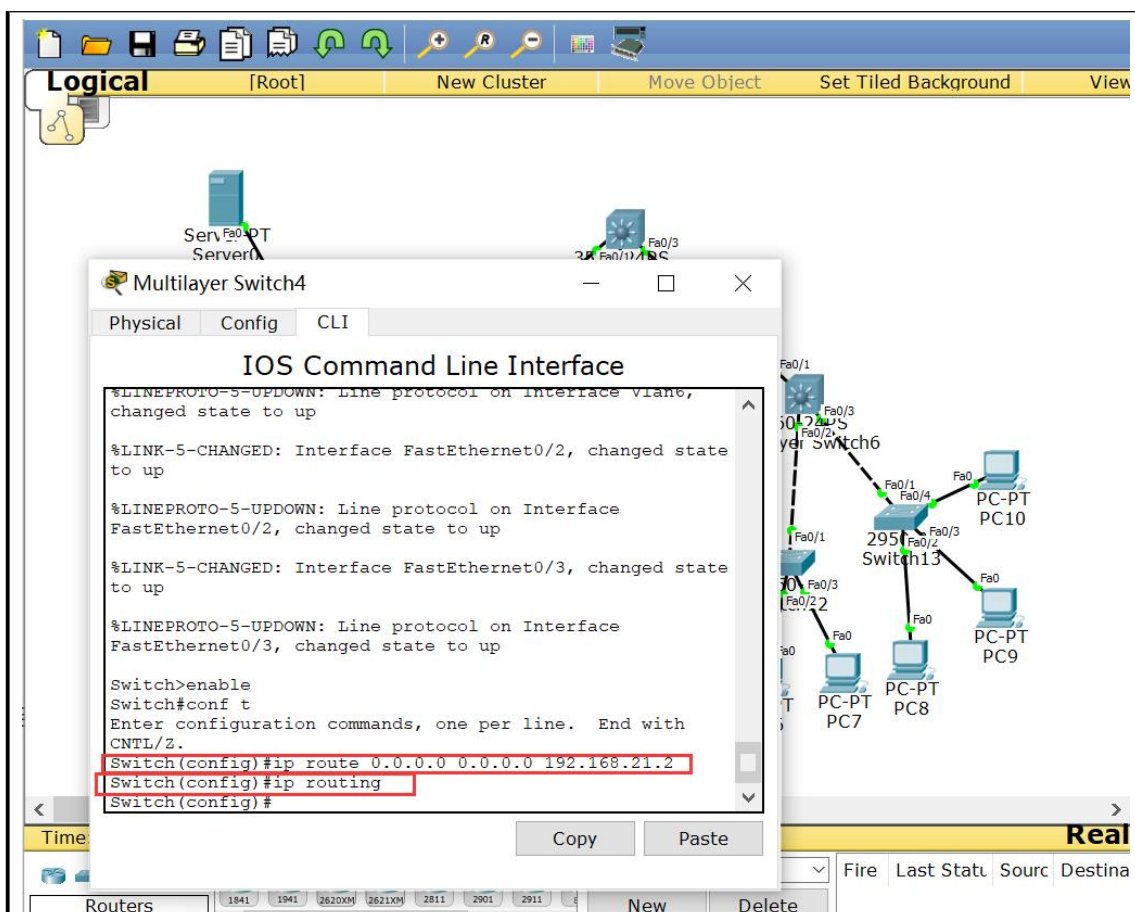
`ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.22.2`

宿舍区：

`ip route 192.168.16.0 255.255.255.224 192.168.23.2`

(2) 具体配置过程：

首先根据上一节的配置方法将各端口划分到相应的 VLAN 中，并设置端口的类型。然后添加路由表项，并开启路由功能，如下图所示。



4. 核心层配置过程:

(1) 核心层参数配置:

a. IP配置:

vlan编号	IP地址	子网掩码
vlan6	192.168.21.2	255.255.255.252
vlan7	192.168.22.2	255.255.255.252
vlan8	192.168.23.2	255.255.255.252

b. 路由表项配置:

目的地址为 192.168.21.1:

ip route 192.168.16.0 255.255.255.224 192.168.21.1

ip route 192.168.17.0 255.255.255.0 192.168.21.1

ip route 192.168.18.0 255.255.255.0 192.168.21.1

目的地址为 192.168.21.2:

ip route 192.168.19.0 255.255.255.0 192.168.22.1

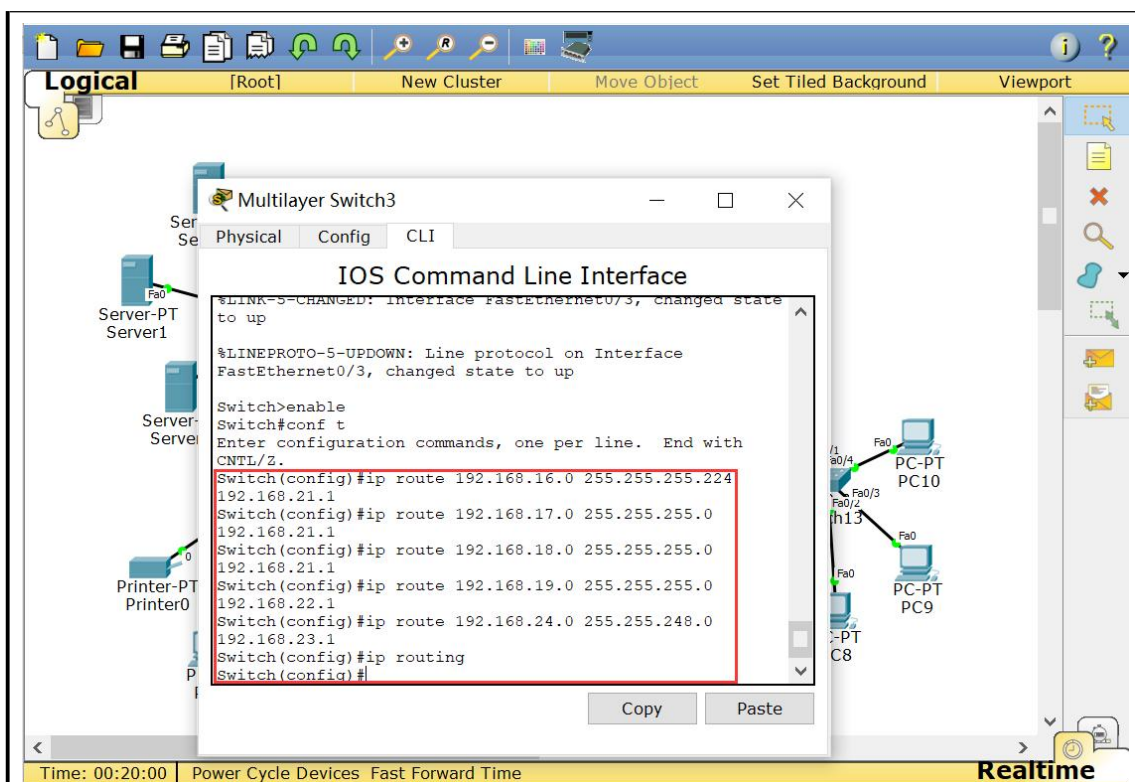
目的地址为 192.168.21.3:

ip route 192.168.24.0 255.255.248.0 192.168.23.1

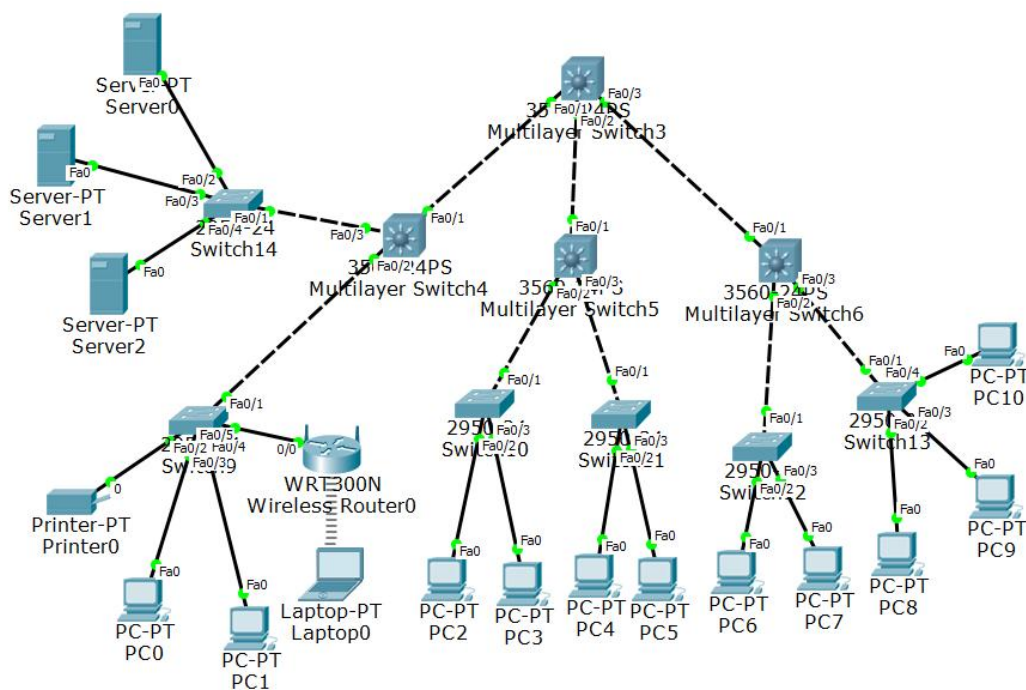
(2) 具体配置过程:

首先根据上一节的配置方法将各端口划分到相应的 VLAN 中，并设置端口的类型。

然后添加路由表项，并开启路由功能，如下图所示。



最终配置完成的网络如下：



5. 无线局域网配置过程：

(1) 无线局域网参数配置：

VLAN3: IP 地址为 192.168.18.253, 子网掩码为 255.255.255.0, 默认网关为 182.168.18.254

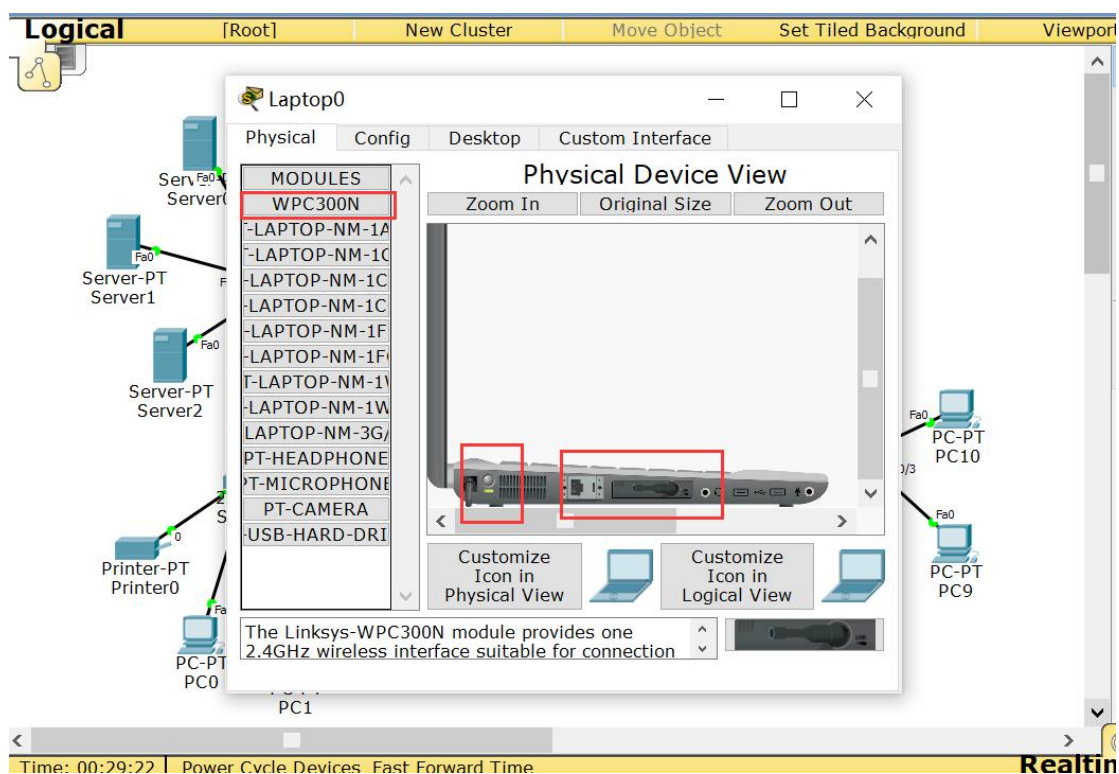
(2) 无线终端参数配置：采用 DHCP 技术自动配置。

(3) 具体配置过程：

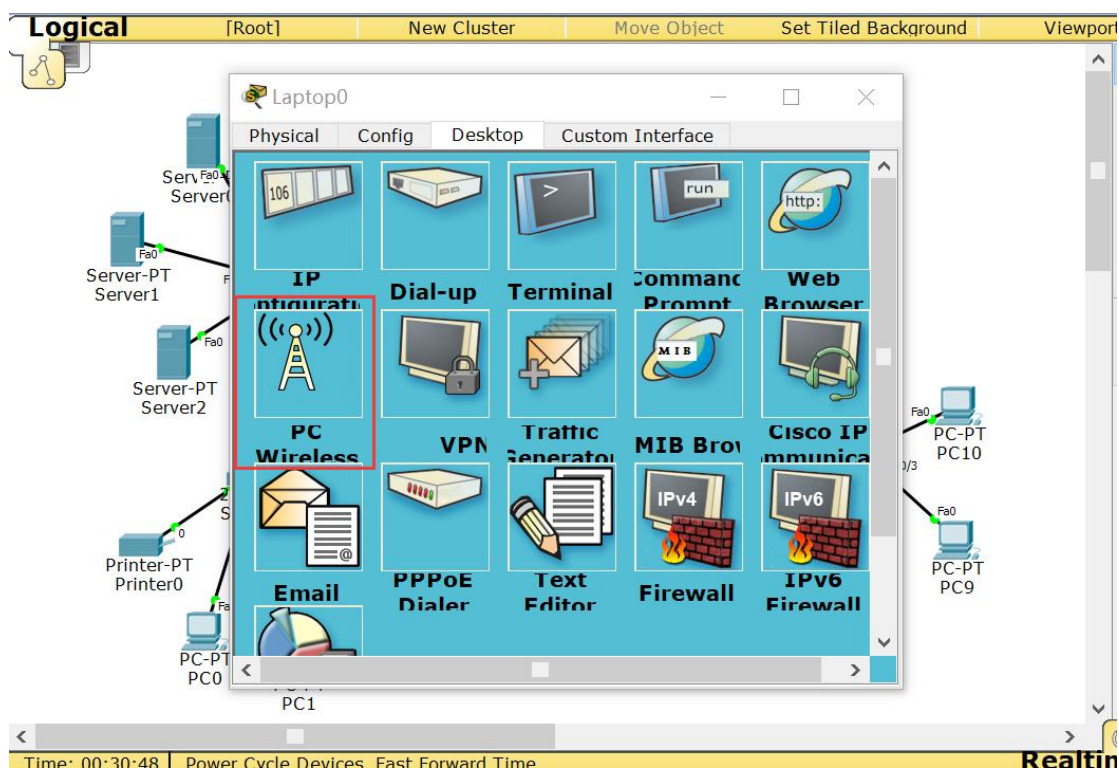
a. 无线终端设备配置：

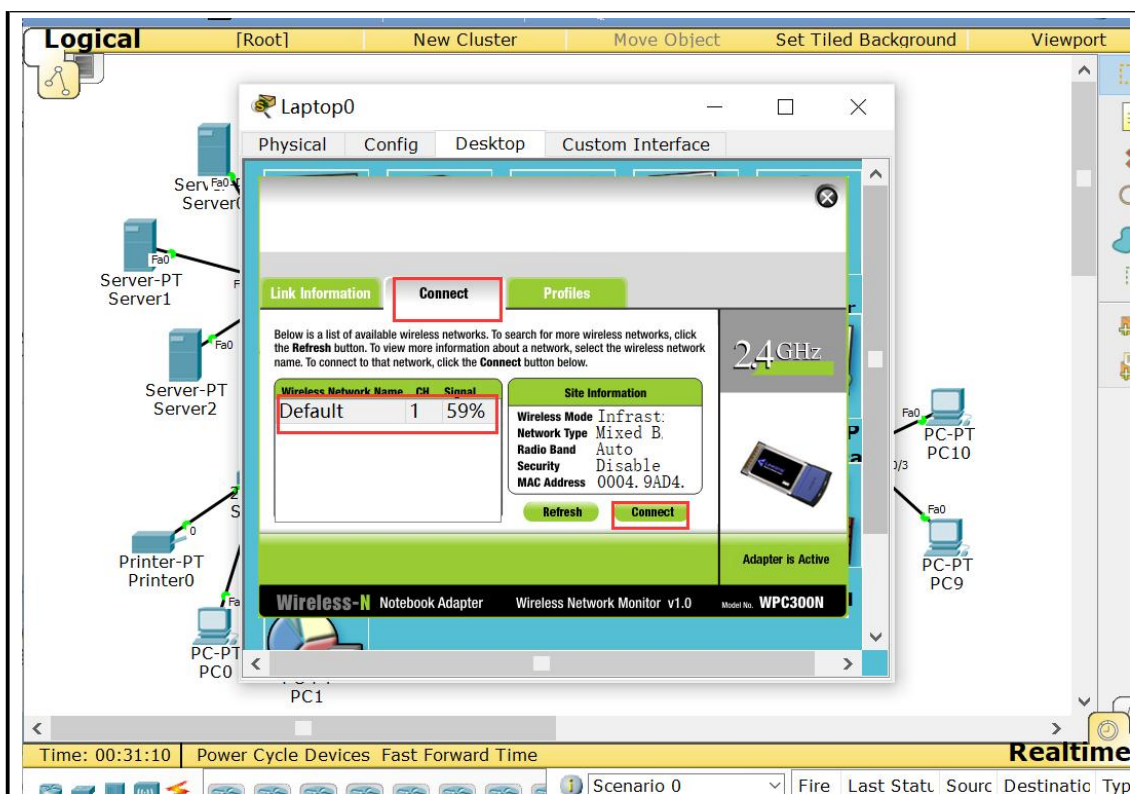
首先点击按钮，设备断电。接着鼠标拖动有线网卡，放入左侧模块栏里。然后找到无线

网卡模块，将其放入笔记本电脑的网卡槽中，如下图所示。

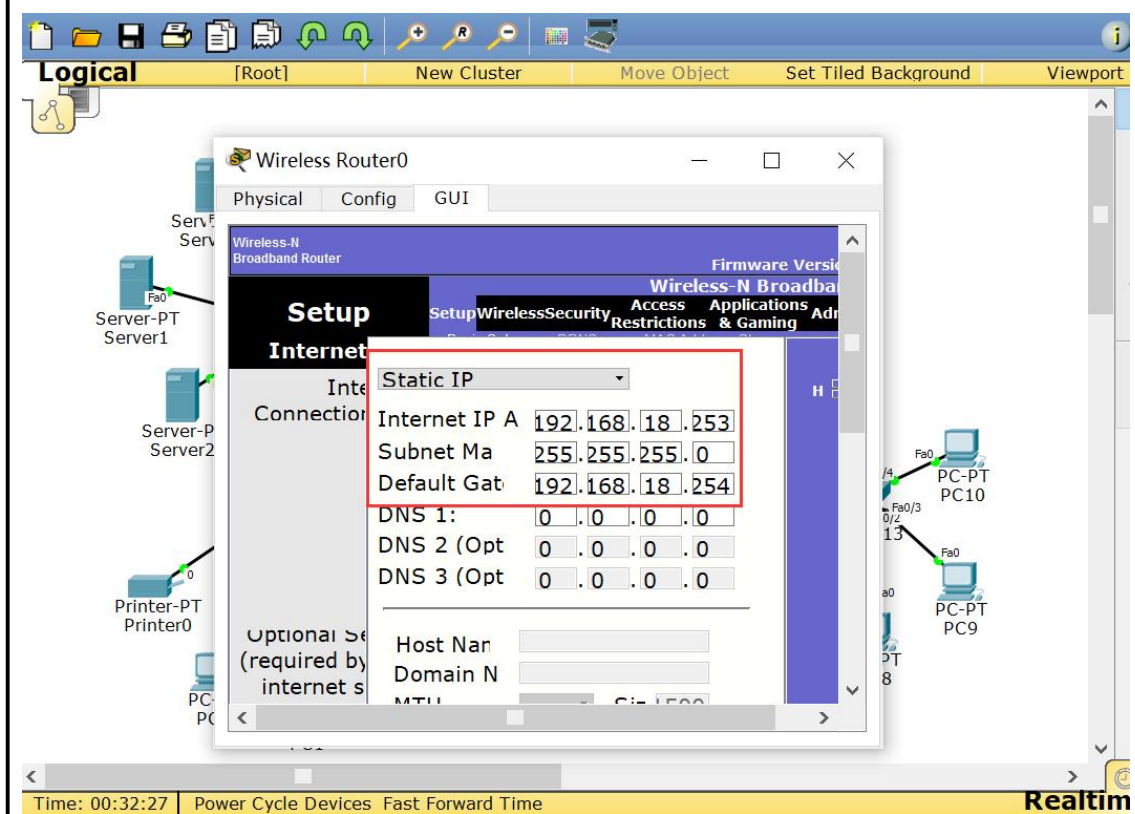


接着在笔记本电脑中的 Desktop 界面，点击 PC Wireless，找到 connect，单击 connect 进行连接即可。



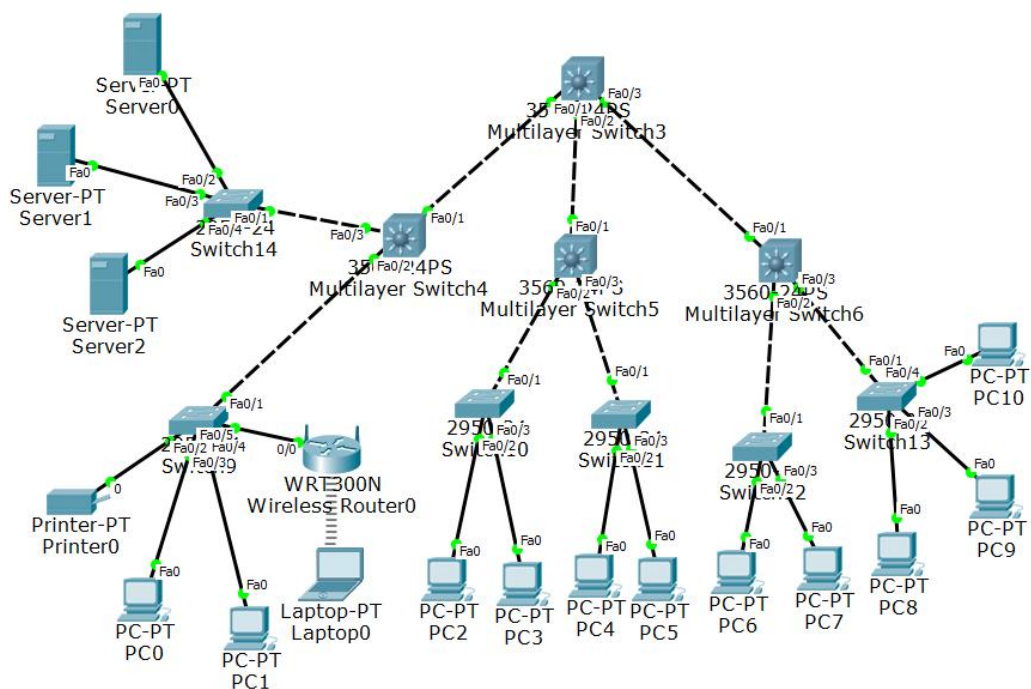


b. 无线局域网配置:

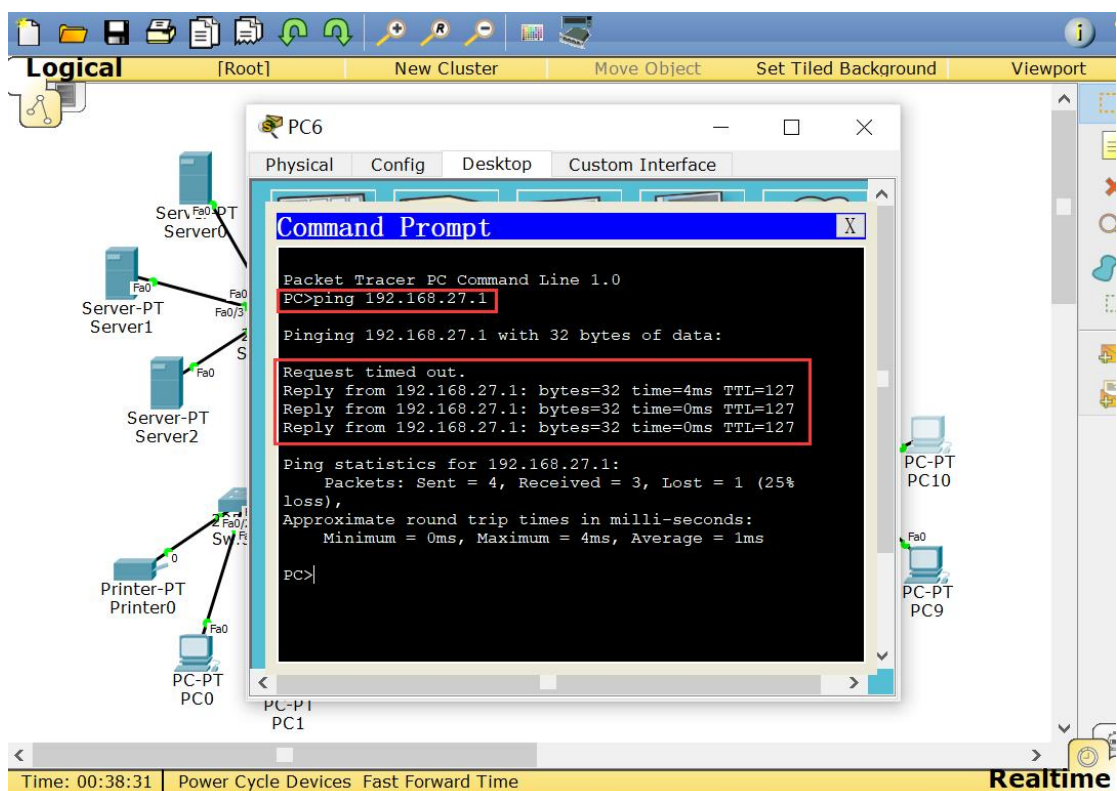


实验结果:

1. 整体网络结构如图所示：

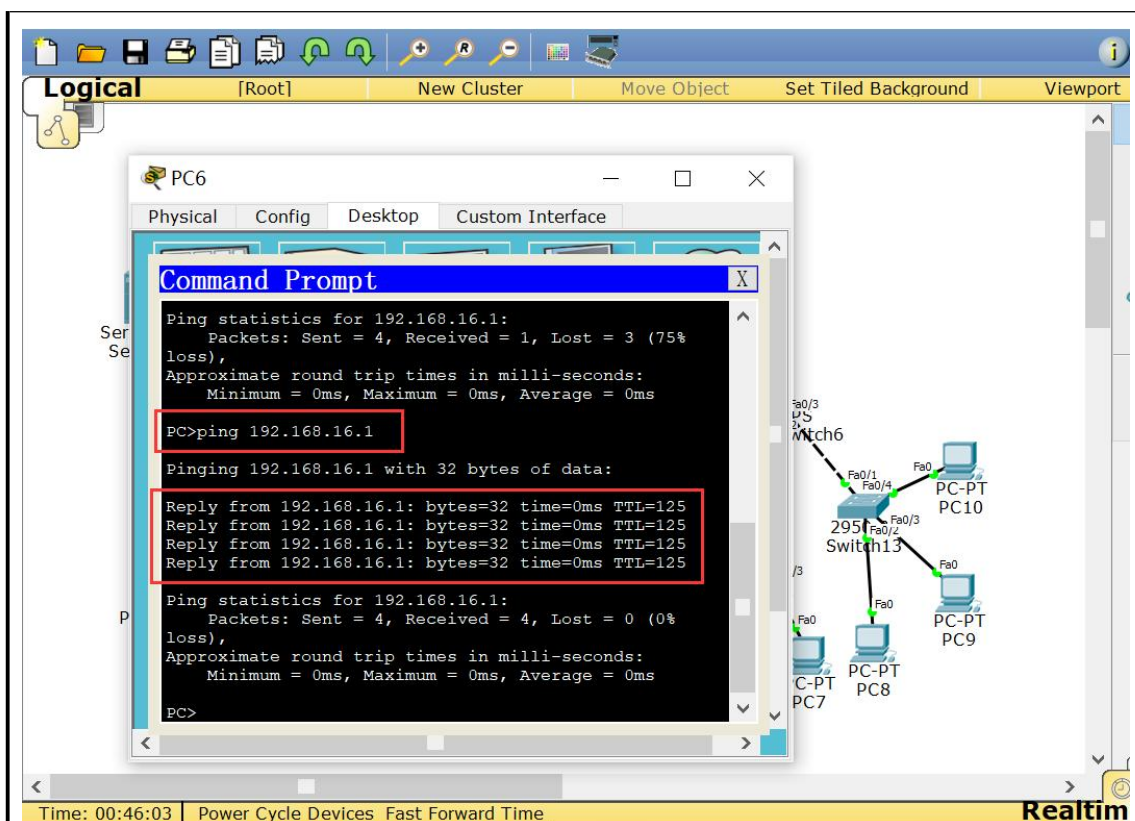


2. 宿舍区之间的通信：



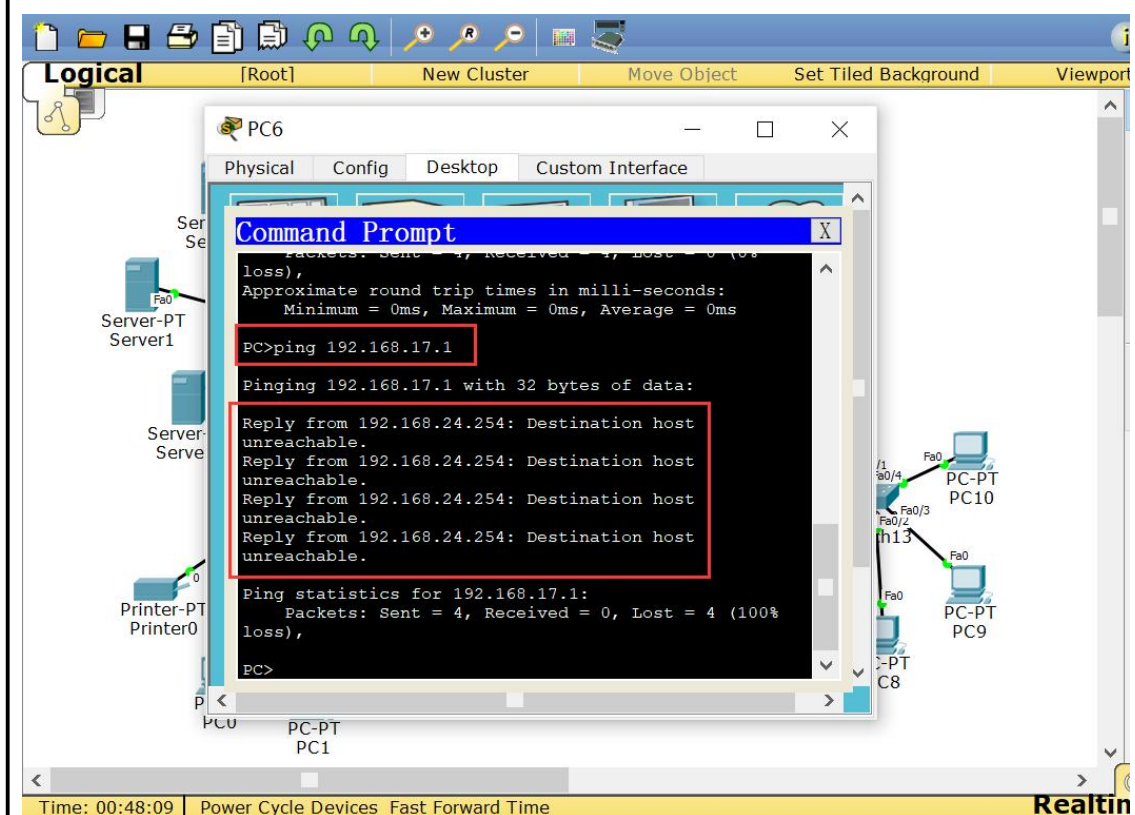
如图所示，第一次请求超时是正常的，因为第一次请求 ARP 转发表没有此表项，所以需要进行一次 ARP 请求找到目的地址；之后几次请求正常，通信成功。

3. 宿舍区访问服务器：



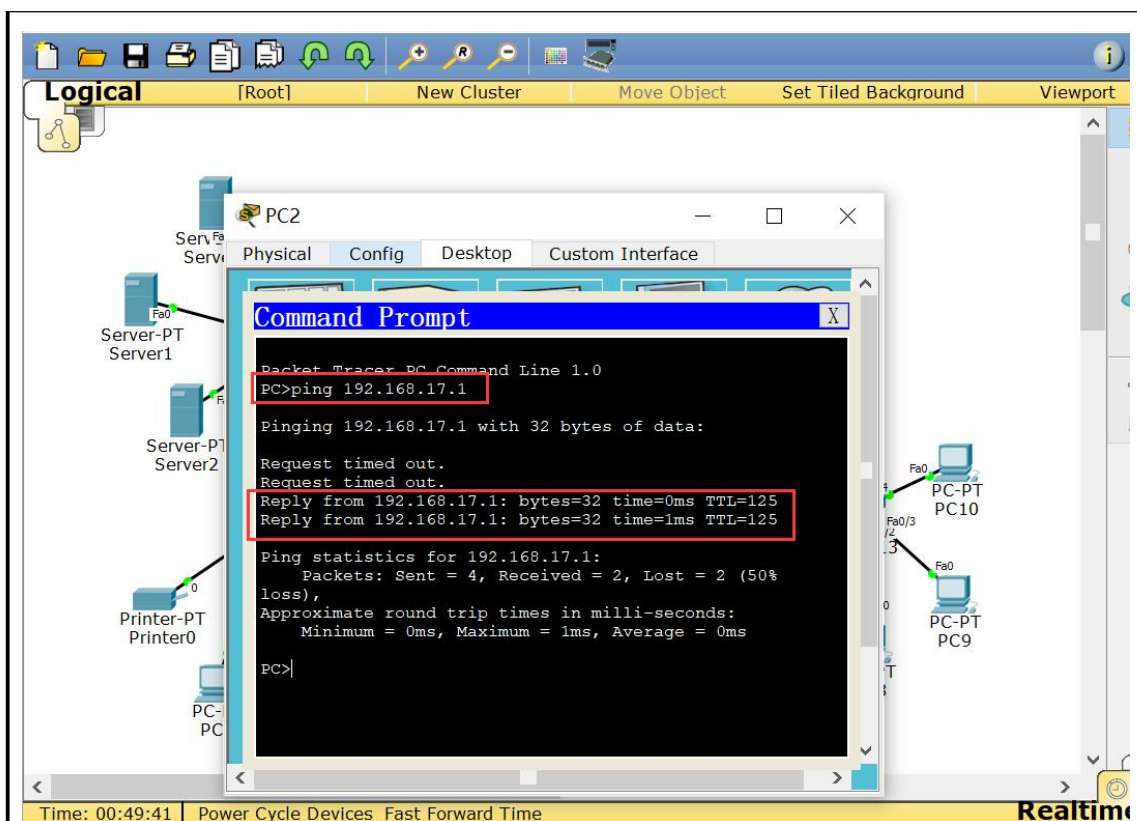
如图所示，宿舍区访问服务器通信成功。

4. 宿舍区访问办公区：



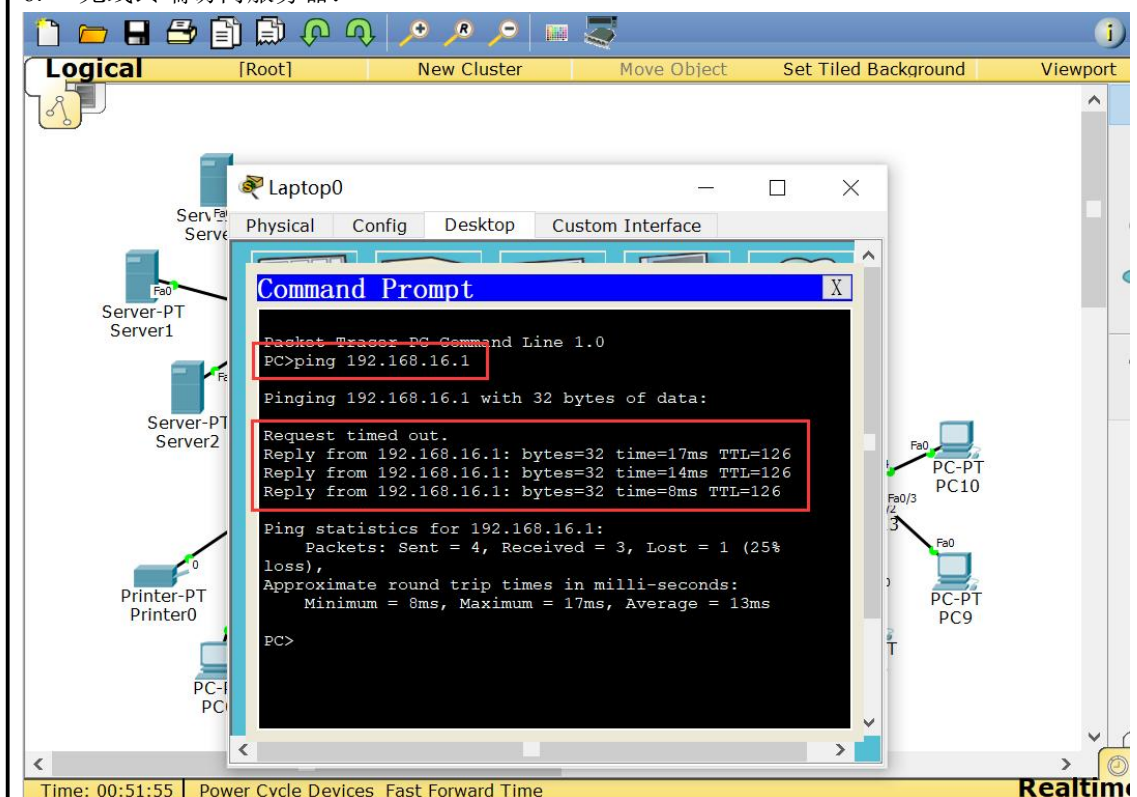
如图所示，显示目的主机不可达，说明宿舍区不能访问办公区。

5. 教学区访问办公区：



如图所示，教学区能够访问办公区。

6. 无线终端访问服务器：



如图所示，无线终端能够访问服务器。

问题讨论：

1. 分析核心设备配置中的路由条目信息，想想是否有其它配置方案？

有其它的配置方案，

在核心层的配置过程中我们也可以不采用路由聚合技术，也就是说利用四个子网来进行路由配置。也就是将配置路由的相应项改为下面四个：

```
ip route 192.168.24.0 255.255.255.0 192.168.23.1
```

```
ip route 192.168.25.0 255.255.255.0 192.168.23.1
```

```
ip route 192.168.26.0 255.255.255.0 192.168.23.1
```

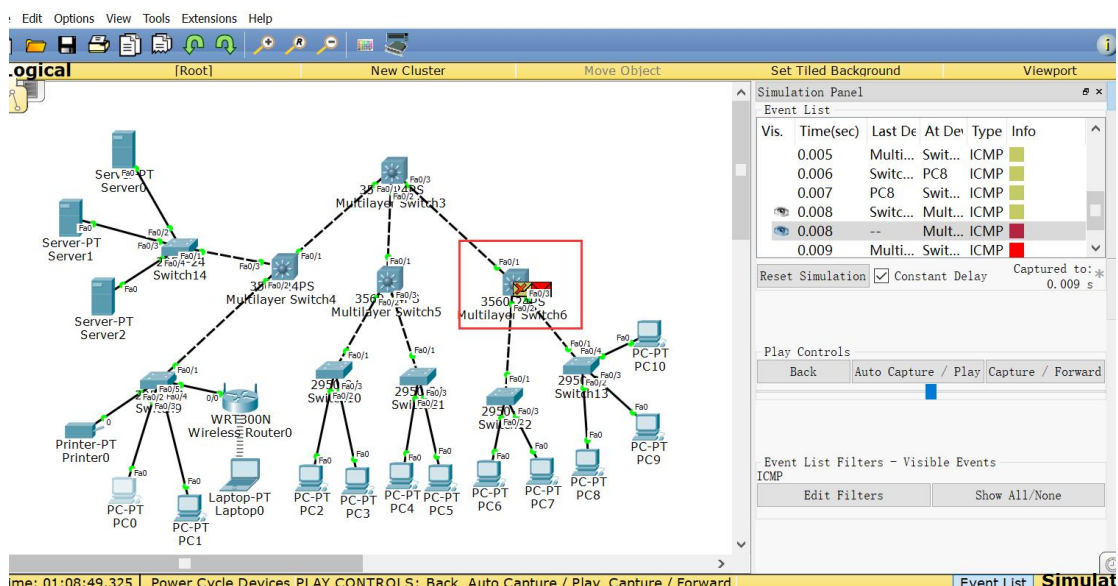
```
ip route 192.168.27.0 255.255.255.0 192.168.23.1
```

2. 汇聚层交换机中，宿舍区为何与其它汇聚层路由条目设置不同？

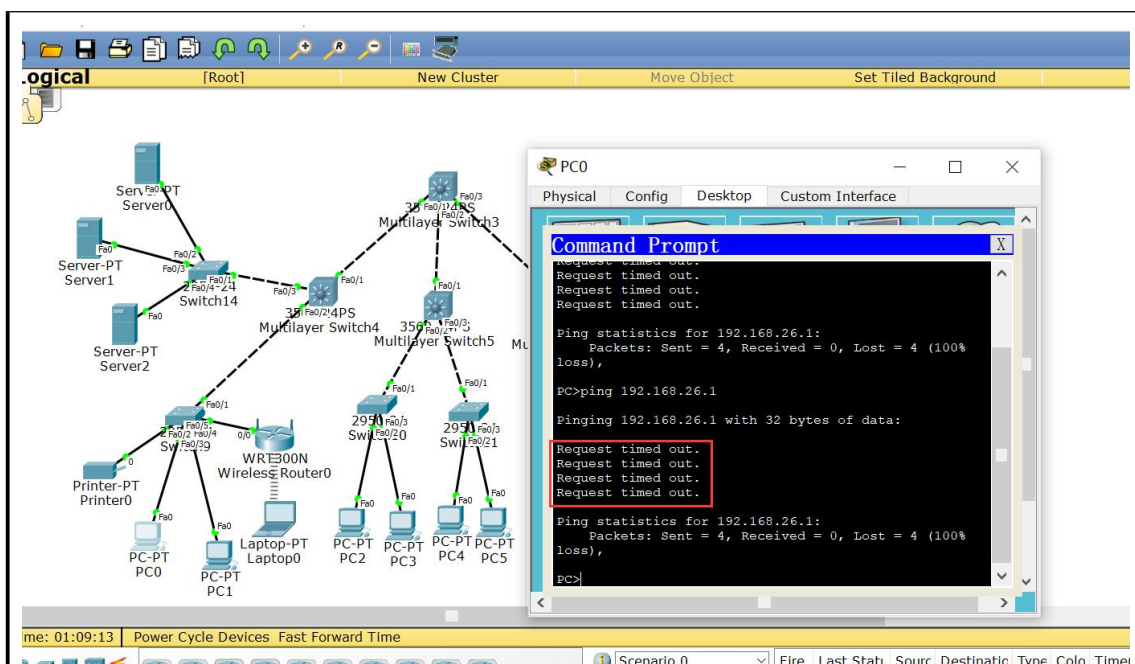
因为宿舍区的汇聚层交换机要实现隔离功能，即不能与教学区和办公区通信。因此路由条目中的目标 IP 地址为 192.168.16.0，而其他区的汇聚层交换机路由条目中的目标 IP 地址为 0.0.0.0，表示无需过滤目的 IP 地址。

3. 办公室和教学区的用户可以访问宿舍区么，可以结合模拟工具测试，看看为什么？

不可以。接下来我们将通过模拟测试分析不能到达的原因。



通过模拟测试发现，ICMP 报文在此交换机被丢弃，所以模拟测试的整个过程如下：PC0 发送报文到达核心层，接着核心层将报文发送到目的主机（宿舍区），接着在报文返回的过程由于在该汇聚层没有相应的路由配置，所以报文会在此处丢弃且不会给源主机（办公室或教学区）发送丢弃分组的消息。所以会出现如下图所示的超时现象。



4. 深刻理解路由表的作用，路由器和交换机的工作原理，以及数据包在网络中的转发过程。

(1) 路由表的作用：

决定下一跳的路径：当路由器接收到一个数据包时，它会查看数据包的目的地 IP 地址，并根据路由表中的信息决定将数据包发送到哪个接口或下一跳路由器。

实现网络分割：路由表可以用于实现不同网络之间的隔离，确保数据包只在合适的网络之间进行传输，提高网络安全性和管理灵活性。

支持网络故障处理：如果某个路径不可用，路由表可以帮助路由器选择备用路径，以确保数据包能够成功传输。

(2) 路由器的工作原理：

数据包的接收：路由器接收到数据包，检查数据包的目的 IP 地址。

查找路由表：路由器使用路由表来查找与目的 IP 地址相关的信息，确定数据包应该被发送到哪个接口或下一跳。

转发数据包：路由器根据路由表的信息将数据包发送到相应的接口或下一跳路由器。这可能涉及改变数据包的目的 MAC 地址。

网络地址转换（NAT）：在需要的情况下，路由器可能执行网络地址转换，将内部网络的私有 IP 地址映射到外部网络的公共 IP 地址，以实现更好的网络安全性和地址管理。

(3) 交换机的工作原理：

学习 MAC 地址：交换机通过学习源 MAC 地址建立 MAC 地址表，记录每个端口与相应设备的 MAC 地址的对应关系。

数据帧的接收：当交换机接收到一个数据帧时，它查看数据帧中的目的 MAC 地址。

查找 MAC 地址表：交换机查找 MAC 地址表，确定目的 MAC 地址对应的端口。

转发数据帧：如果目的端口在同一网络中，交换机直接将数据帧转发到目的端口；否则，它将数据帧发送到目的网络的连接端口，通常是与路由器相连的端口。

过滤广播和碰撞域：交换机可以过滤广播帧，只将数据帧发送到目标设备，从而减少网络中的广播流量。此外，交换机也能够将每个端口视为一个独立的碰撞域，提高网络效率。

(4) 数据包在网络中的转发过程：

首先生成数据包，然后数据包在发送端经过数据链路层的封装，加上以太网帧头部和尾

部信息，形成一个数据帧。接着发送端设备通过 ARP（地址解析协议）等机制，获取目标设备的 MAC 地址，以便在数据链路层进行正确的目标设备寻址。数据帧通过本地网络（如局域网）传输，到达接入设备，通常是交换机。如果目标设备在同一网络中，交换机会查找 MAC 地址表，并将数据帧直接传输到目标设备；如果目标设备不在同一网络中，数据帧将被传输至连接不同网络的路由器。数据帧到达路由器后，路由器根据目标 IP 地址查找路由表，确定数据包的下一跳。路由器可能需要进行网络地址转换（NAT），将源地址和目标地址转换为适当的地址。如果目标设备不在同一子网内，数据包可能需要经过目标网络内的交换机，直到到达目标设备所在的子网。最终，数据包到达目标设备，经过数据链路层解封装，上交给网络层，然后交给相应的应用程序或协议栈进行处理。

心得体会：

本次实验我自己动手搭建和配置了一个网络，熟悉了计算机网络的一些最核心、最重要、难度最大的知识：子网划分，IP 地址分配、利用交换机配置 VLAN、给第三层交换机配置路由功能、无线网等，对数据包的转发过程有了一个系统的了解。