	<b>VIETTEL AI RACE</b>	Public 301
	<b>Giáo Trình Cấu Hình QoS Trên Cisco Catalyst 9400 (Cisco IOS)</b>	Lần ban hành: 1

## 1. Mục lục

1. Giới Thiệu Và Mục Tiêu
2. Kiến Trúc QoS Trên Catalyst 9400
3. Thành Phần QoS: Classification, Marking, Shaping, Policing, Queuing
4. Bảng Tra Cứu DSCP/PHB/CoS Và Mapping Queue (Bảng Phức Tạp)
5. Triển Khai QoS Với MQC (Cisco IOS)
6. Kịch Bản Thực Hành: Voice + Video + Data
7. Giám Sát, Kiểm Chứng Và Xử Lý Sự Cố
8. Lưu Ý, Hạn Chế, Best Practices
9. Phụ Lục: Thuật Ngữ, Mẫu Cấu Hình

## 2. Giới Thiệu Và Mục Tiêu

Chất lượng dịch vụ (QoS) là tập hợp các cơ chế nhằm ưu tiên lưu lượng quan trọng, đảm bảo độ trễ, jitter và mất gói nằm trong ngưỡng chấp nhận. Giáo trình hướng đến khả năng thiết kế và cấu hình QoS theo chuẩn Cisco IOS, áp dụng cho môi trường doanh nghiệp.

## 3. Kiến Trúc QoS Trên Catalyst 9400

Catalyst 9400 sử dụng Modular QoS CLI (MQC) để định nghĩa class-map, policy-map và áp dụng service-policy vào interface/VLAN. Kiến trúc phần cứng hỗ trợ nhiều hàng đợi (queue) và thuật toán lập lịch.

**Bảng 2.1 – Pipeline QoS (Heading Nằm Trong Bảng)**

<b>PIPELINE QOS TRÊN THIẾT BỊ (HEADING TRONG BẢNG)</b>				
Bước	Thành Phần	Đầu Vào	Hành Động	Đầu Ra
1	Classification Marking	ACL/DSCP/CoS/NBAR	Xác định lớp lưu lượng	Lớp dịch vụ
2		Gói đã phân loại	Gán DSCP/CoS/IP Precedence	Nhãn QoS
3	Policing	Nhãn + tốc độ vào	Giới hạn/mark-down/drop Lưu lượng phù hợp ngưỡng	
4	Shaping	Hàng đợi đầu ra	Điều chỉnh tốc độ, làm mượt	Luồng ổn định

## 4. Thành Phần QoS

Các thành phần chính gồm: Classification & Marking (xác định và gắn nhãn), Policing & Shaping (giới hạn và làm mượt), Queuing & Scheduling (ưu tiên khi nghẽn).

**Bảng 3.1 – So Sánh Thành Phần QoS (Merge Nhiều Ô)**

<b>SO SÁNH CÁC THÀNH PHẦN QOS</b>					
Thành Phần	Mục Đích	Ưu Điểm	Nhược Điểm	Tình Huống Dừng	Lưu Ý

	<b>VIETTEL AI RACE</b>		Public 301
	<b>Giáo Trình Cấu Hình QoS Trên Cisco Catalyst 9400 (Cisco IOS)</b>		Lần ban hành: 1

Classification	Nhận diện lưu lượng	Chính xác theo ứng dụng Phụ thuộc match		Biên mạng	Đồng bộ toàn mạng
Marking	Gán DSCP/CoS	Ưu tiên xuyên miền	Sai mark gây lệch	Core/Distribution Tuân thủ chính sách	
Policing	Giới hạn tốc độ Bảo vệ tài nguyên Drop gói			Biên, ràng buộc	Kết hợp remark-down
Shaping Làm mượt lưu lượng		Giảm burst	Tăng trễ	WAN/Metro	Đặt tốc độ hợp lý
Queuing	Xếp hàng theo lớp	Đảm bảo ưu tiên	Cấu hình phức tạp	Tại nơi nghẽn	Kết hợp scheduling


## 5. Bảng Tra Cứu DSCP/PHB/CoS Và Mapping Queue

**Bảng 4.1 – DSCP → PHB → CoS → Queue/Schedule (Bảng Vắt Trang)**


ST T	Lớp Dịch Vụ	Ứng Dụng	DSCP	PHB	CoS	Queue	Schedule
1	Voice	VoIP/SIP	EF (46)	Expedited Forwarding	5-7	PQ	Strict Priority
2	Video	Conf/Streaming	AF41 (34)	Assured Forwarding	4-5	WFQ Q4	Weighted
3	Control	OSPF/BGP	CS6 (48)	Network Control	6	PQ	Strict Priority
4	Signaling	SIP/H.323	CS3 (24)	Class Selector	3	WFQ Q3	Weighted
5	Transactional	DB/ERP	AF31 (26)	Assured Forwarding	3	WFQ Q3	Weighted
6	Bulk	Backup/Sync	AF11 (10)	Assured Forwarding	1	WFQ Q2	Weighted
7	BestEffort	Web/Email	BE (0)	Best Effort	0	WFQ Q1	Weighted
8	Voice	VoIP/SIP	EF (46)	Expedited Forwarding	5-7	PQ	Strict Priority
9	Video	Conf/Streaming	AF41 (34)	Assured Forwarding	4-5	WFQ Q4	Weighted
	Control	OSPF/BGP	CS6 (48)	Network Control	6	PQ	Strict Priority

	<b>VIETTEL AI RACE</b>					Public 301	
	<b>Giáo Trình Cấu Hình QoS Trên Cisco Catalyst 9400 (Cisco IOS)</b>					Lần ban hành: 1	

	Signaling	SIP/H.323	CS3 (24)	Class Selector	3	WFQ Q3	Weighted
	Transactional	DB/ERP	AF31 (26)	Assured Forwarding	3	WFQ Q3	Weighted
	Bulk	Backup/Sync	AF11 (10)	Assured Forwarding	1	WFQ Q2	Weighted
	BestEffort	Web/Email	BE (0)	Best Effort	0	WFQ Q1	Weighted
10	Voice	VoIP/SIP	EF (46)	Expedited Forwarding	5-7	PQ	Strict Priority
11	Video	Conf/Streaming	AF41 (34)	Assured Forwarding	4-5	WFQ Q4	Weighted
12	Control	OSPF/BGP	CS6 (48)	Network Control	6	PQ	Strict Priority
13	Signaling	SIP/H.323	CS3 (24)	Class Selector	3	WFQ Q3	Weighted
14	Transactional	DB/ERP	AF31 (26)	Assured Forwarding	3	WFQ Q3	Weighted
15	Bulk	Backup/Sync	AF11 (10)	Assured Forwarding	1	WFQ Q2	Weighted
16	BestEffort	Web/Email	BE (0)	Best Effort	0	WFQ Q1	Weighted
17	Voice	VoIP/SIP	EF (46)	Expedited Forwarding	5-7	PQ	Strict Priority
18	Video	Conf/Streaming	AF41 (34)	Assured Forwarding	4-5	WFQ Q4	Weighted
19	Control	OSPF/BGP	CS6 (48)	Network Control	6	PQ	Strict Priority
20	Signaling	SIP/H.323	CS3 (24)	Class Selector	3	WFQ Q3	Weighted
21	Transactional	DB/ERP	AF31 (26)	Assured Forwarding	3	WFQ Q3	Weighted
22	Bulk	Backup/Sync	AF11 (10)	Assured Forwarding	1	WFQ Q2	Weighted

	<b>VIETTEL AI RACE</b>				Public 301		
	<b>Giáo Trình Cấu Hình QoS Trên Cisco Catalyst 9400 (Cisco IOS)</b>				Lần ban hành: 1		


23	BestEffort	Web/Email	BE (0)	Best Effort	0	WFQ Q1	Weighted
24	Voice	VoIP/SIP	EF (46)	Expedited Forwarding	5-7	PQ	Strict Priority
25	Video	Conf/Streaming	AF41 (34)	Assured Forwarding	4-5	WFQ Q4	Weighted
26	Control	OSPF/BGP	CS6 (48)	Network Control	6	PQ	Strict Priority
27	Signaling	SIP/H.323	CS3 (24)	Class Selector	3	WFQ Q3	Weighted
28	Transactional	DB/ERP	AF31 (26)	Assured Forwarding	3	WFQ Q3	Weighted
29	Bulk	Backup/Sync	AF11 (10)	Assured Forwarding	1	WFQ Q2	Weighted
30	BestEffort	Web/Email	BE (0)	Best Effort	0	WFQ Q1	Weighted
31	Voice	VoIP/SIP	EF (46)	Expedited Forwarding	5-7	PQ	Strict Priority
32	Video	Conf/Streaming	AF41 (34)	Assured Forwarding	4-5	WFQ Q4	Weighted
33	Control	OSPF/BGP	CS6 (48)	Network Control	6	PQ	Strict Priority
34	Signaling	SIP/H.323	CS3 (24)	Class Selector	3	WFQ Q3	Weighted
35	Transactional	DB/ERP	AF31 (26)	Assured Forwarding	3	WFQ Q3	Weighted
36	Bulk	Backup/Sync	AF11 (10)	Assured Forwarding	1	WFQ Q2	Weighted
37	BestEffort	Web/Email	BE (0)	Best Effort	0	WFQ Q1	Weighted
38	Voice	VoIP/SIP	EF (46)	Expedited Forwarding	5-7	PQ	Strict Priority
39	Video	Conf/Streaming	AF41 (34)	Assured Forwarding	4-5	WFQ Q4	Weighted

	<b>VIETTEL AI RACE</b>					Public 301	
	<b>Giáo Trình Cấu Hình QoS Trên Cisco Catalyst 9400 (Cisco IOS)</b>					Lần ban hành: 1	

40	Control	OSPF/BGP	CS6 (48)	Network Control	6	PQ	Strict Priority
41	Signaling	SIP/H.323	CS3 (24)	Class Selector	3	WFQ Q3	Weighted
42	Transactional	DB/ERP	AF31 (26)	Assured Forwarding	3	WFQ Q3	Weighted
43	Bulk	Backup/Sync	AF11 (10)	Assured Forwarding	1	WFQ Q2	Weighted
44	BestEffort	Web/Email	BE (0)	Best Effort	0	WFQ Q1	Weighted
45	Voice	VoIP/SIP	EF (46)	Expedited Forwarding	5-7	PQ	Strict Priority
46	Video	Conf/Streaming	AF41 (34)	Assured Forwarding	4-5	WFQ Q4	Weighted
47	Control	OSPF/BGP	CS6 (48)	Network Control	6	PQ	Strict Priority
48	Signaling	SIP/H.323	CS3 (24)	Class Selector	3	WFQ Q3	Weighted
49	Transactional	DB/ERP	AF31 (26)	Assured Forwarding	3	WFQ Q3	Weighted
50	Bulk	Backup/Sync	AF11 (10)	Assured Forwarding	1	WFQ Q2	Weighted
51	BestEffort	Web/Email	BE (0)	Best Effort	0	WFQ Q1	Weighted
52	Voice	VoIP/SIP	EF (46)	Expedited Forwarding	5-7	PQ	Strict Priority
53	Video	Conf/Streaming	AF41 (34)	Assured Forwarding	4-5	WFQ Q4	Weighted
54	Control	OSPF/BGP	CS6 (48)	Network Control	6	PQ	Strict Priority
55	Signaling	SIP/H.323	CS3 (24)	Class Selector	3	WFQ Q3	Weighted
56	Transactional	DB/ERP	AF31 (26)	Assured Forwarding	3	WFQ Q3	Weighted

	<b>VIETTEL AI RACE</b>				Public 301		
	<b>Giáo Trình Cấu Hình QoS Trên Cisco Catalyst 9400 (Cisco IOS)</b>				Lần ban hành: 1		

57	Bulk	Backup/Sync	AF11 (10)	Assured Forwarding	1	WFQ Q2	Weighted
58	BestEffort	Web/Email	BE (0)	Best Effort	0	WFQ Q1	Weighted
59	Voice	VoIP/SIP	EF (46)	Expedited Forwarding	5-7	PQ	Strict Priority
60	Video	Conf/Streaming	AF41 (34)	Assured Forwarding	4-5	WFQ Q4	Weighted
61	Control	OSPF/BGP	CS6 (48)	Network Control	6	PQ	Strict Priority
62	Signaling	SIP/H.323	CS3 (24)	Class Selector	3	WFQ Q3	Weighted
63	Transactional	DB/ERP	AF31 (26)	Assured Forwarding	3	WFQ Q3	Weighted
64	Bulk	Backup/Sync	AF11 (10)	Assured Forwarding	1	WFQ Q2	Weighted
65	BestEffort	Web/Email	BE (0)	Best Effort	0	WFQ Q1	Weighted
66	Voice	VoIP/SIP	EF (46)	Expedited Forwarding	5-7	PQ	Strict Priority
67	Video	Conf/Streaming	AF41 (34)	Assured Forwarding	4-5	WFQ Q4	Weighted
68	Control	OSPF/BGP	CS6 (48)	Network Control	6	PQ	Strict Priority
69	Signaling	SIP/H.323	CS3 (24)	Class Selector	3	WFQ Q3	Weighted
70	Transactional	DB/ERP	AF31 (26)	Assured Forwarding	3	WFQ Q3	Weighted
71	Bulk	Backup/Sync	AF11 (10)	Assured Forwarding	1	WFQ Q2	Weighted
72	BestEffort	Web/Email	BE (0)	Best Effort	0	WFQ Q1	Weighted
73	Voice	VoIP/SIP	EF (46)	Expedited Forwarding	5-7	PQ	Strict Priority

	<b>VIETTEL AI RACE</b>	Public 301
	<b>Giáo Trình Cấu Hình QoS Trên Cisco Catalyst 9400 (Cisco IOS)</b>	Lần ban hành: 1

74	Video	Conf/Streamin g	AF41 (34)	Assured Forwardin g	4-5	WFQ Q4	Weighte d
----	-------	--------------------	--------------	---------------------------	-----	-----------	--------------