Пакеттік коммутациялы сандық желілер

Дәріс 8: Коммутация технологиялары және желілік құрылғылар

ДӘРІСКЕР: PhD, доцент м.а.
Сқабылов Әлішер Әлиұлы

Дәрістің мақсаты:

Желілік құрылғылардың міндеттері мен жұмыс принциптерін түсіндіру.

Ethernet коммутаторының кадр жіберу алгоритмін, VLAN және STP технологияларын талдау, коммутацияланатын желіні жобалау және оның домендерін анықтау дағдыларын қалыптастыру.

Желілік құрылғылардың жіктелуі

Желілік құрылғылар **екі негізгі топқа** бөлінеді:

- **Соңғы** құрылғылар — компьютерлер, серверлер, принтерлер және желіні пайдаланатын басқа құрылғылар.
- **Аралық** құрылғылар — деректерді қабылдау, өңдеу және желі арқылы бағыттау қызметін атқарады.

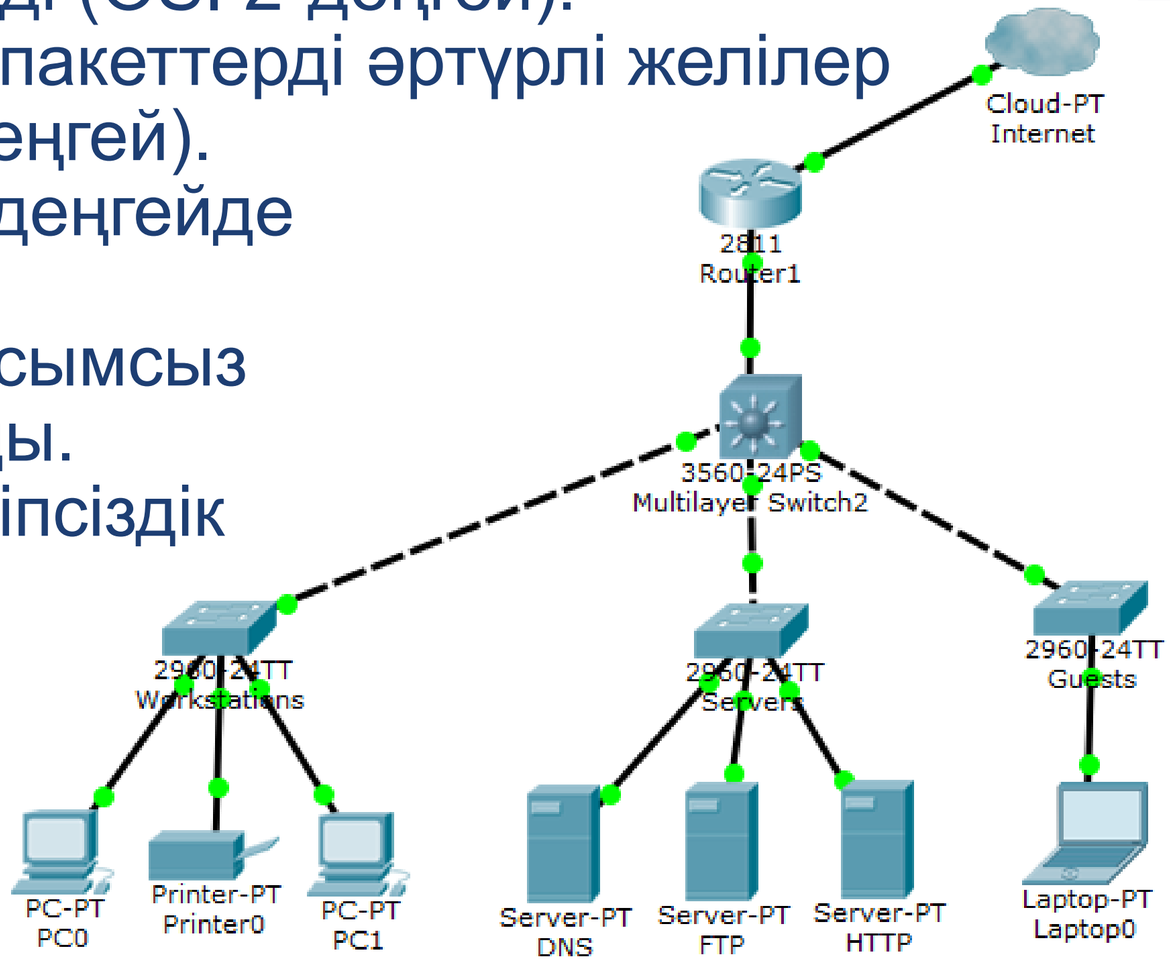
Негізгі желілік құрылғылар:

- **Репитер** (Repeater) — әлсіреген сигналды қалпына келтіреді және таралу қашықтығын ұлғайтады (OSI 1-деңгей).
- **Хаб** (Hub) — кіріс сигналын барлық портқа қайталайды (OSI 1-деңгей).
- **Көпір** (Bridge) — желі сегменттерін біріктіріп, кадрларды MAC-мекенжай бойынша сүзгілейді (OSI 2-деңгей).

Желілік құрылғылардың жіктелуі

Негізгі желілік құрылғылар (жалғасы):

- **Коммутатор** (Switch) — кадрларды MAC-мекенжай бойынша қажетті портқа жібереді (OSI 2-деңгей).
- **Маршрутизатор** (Router) — IP-пакеттерді әртүрлі желілер арасында бағыттайды (OSI 3-деңгей).
- **L3 коммутатор** — аппараттық деңгейде маршрутизация орындайды.
- **Қолжетімділік нүктесі** (AP) — сымсыз құрылғыларды сымды желіге қосады.
- **Firewall** — желілік трафикті қауіпсіздік ережелері бойынша сүзгілейді.



Желілік құрылғыларды салыстыру

Желілік құрылғылардың **негізгі айырмашылығы** — деректерді өңдеу деңгейі және шешім қабылдау тәсілі. Коммутатор әр порт үшін жеке коллизиялық домен қалыптастырады, ал маршрутизатор broadcast домендерін бір-бірінен бөледі.

Құрылғы	OSI деңгейі	Шешім қабылдау негізі	Коллизиялық домен	Br
Хаб	1	–	Барлық портқа ортақ	Бір
Коммутатор	2	MAC-мекенжай	Әр портқа жеке	Бір бо

Коммутатордың жұмыс принципі

Коммутатор (Switch) — OSI моделінің арналық деңгейінде жұмыс істейтін және Ethernet кадрларын MAC-мекенжай бойынша бағыттайтын құрылғы. Коммутатор MAC-кестені (CAM) пайдаланады. Онда құрылғының MAC-мекенжайы мен оған сәйкес порт нөмірі сақталады.

Коммутатордың **төрт негізгі әрекеті:**

1. **Learning** (үйрену) — кадрдың жіберуші MAC-мекенжайын кіріс портпен байланыстырып, кестеге жазады.
2. **Forwarding** (жіберу) — алушының MAC-мекенжайы кестеде болса, кадрды тек қажетті портқа жібереді.
3. **Flooding** (тарату) — алушы белгісіз, немесе кадр Broadcast/Multicast болса, оны кіріс портынан басқа порттарға жібереді.
4. **Filtering** (сүзгілеу) — алушы құрылғы кадр келген портта орналасса, кадрды басқа портқа жібермейді.

MAC-кестенің қалыптасуы және кадр жіберу

Мысал: A компьютерінен C компьютеріне кадр жіберу.

1-кезең. Learning және Flooding
A компьютері C-ге кадр жібереді. Коммутатор жіберушінің AA MAC-мекенжайын Port 1 арқылы келгенін есте сақтайды. CC мекенжайы белгісіз болғандықтан, кадр қалған порттарға таратылады.

2-кезең. Learning және Forwarding
C компьютері жауап жібереді. Коммутатор CC мекенжайын Port 3-пен байланыстырады. AA мекенжайы кестеде бар болғандықтан, жауап тек Port 1-ге жіберіледі.

3-кезең. Қайталама жіберу
Келесі A → C кадрлары тікелей Port 3-ке бағытталады. B және D құрылғылары бұл трафикті қабылдамайды.

Коммутация әдістерін салыстыру

Қазіргі коммутаторлардың көпшілігі сенімділігі жоғары Store-and-Forward әдісін қолданады.

Әдіс	Өңдеу тәртібі	Кід
Store-and-Forward	Толық кадр	Жо
Cut-Through	MAC оқылғаннан кейін	Өте

VLAN технологиясы

VLAN (Virtual Local Area Network) — бір физикалық желіні бірнеше логикалық оқшауланған broadcast домендеріне бөлу технологиясы. Әдепкі жағдайда коммутатордың барлық порттары бір broadcast доменінде болады. VLAN желіні логикалық топтарға бөліп, трафикті оқшаулауға мүмкіндік береді. Оның **артықшылықтары**:

- Broadcast трафигінің көлемін азайтады.
- Әртүрлі бөлімдердің желілерін оқшаулайды.
- Қауіпсіздікті арттырады.
- Желіні басқаруды жеңілдетеді.

VLAN порттарының түрлері:

- Access порт — бір VLAN-ға тиесілі, соңғы құрылғыларды қосады. Кадрлар тегсіз беріледі.
- Trunk порт — бірнеше VLAN трафигін бір байланыс арқылы тасымалдайды. Кадрларға IEEE 802.1Q тегі қосылады.

STP және RSTP жұмысының ерекшеліктері

STP (Spanning Tree Protocol) — IEEE 802.1D стандартына негізделген, коммутацияланатын желілерде циклдердің пайда болуын болдырмайтын хаттама. **STP** порттарының күйлері:

- Blocking — деректерді өткізбейді.
- Listening — BPDU хабарларын өңдейді.
- Learning — MAC-кестені қалыптастырады.
- Forwarding — кадрларды жібереді.

Классикалық STP-де BPDU хабарлары әр 2 секунд сайын жіберіледі, ал желінің конвергенциясы шамамен 30–50 секундқа созылуы мүмкін.

RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol) — IEEE 802.1w стандартына негізделген STP-дің жылдамдатылған нұсқасы.

- Топология өзгерістеріне жылдамырақ бейімделеді.
- Желінің қалпына келу уақытын қысқартады.
- Конвергенция бірнеше секундқа дейін азаюы мүмкін.

Арналарды біріктіру

Арналарды біріктіру (Link Aggregation) — бірнеше физикалық желілік арнаны бір логикалық арнаға біріктіру технологиясы.

LACP (Link Aggregation Control Protocol) — IEEE 802.1AX стандартына сәйкес арналарды автоматты түрде біріктіруді және келісуді қамтамасыз етеді.

Негізгі артықшылықтары:

- Жалпы өткізу қабілетін арттырады.
- Бір арна істен шыққан жағдайда қалған арналар жұмысын жалғастырады.
- Желінің сенімділігін жоғарылатады.
- STP біріктірілген арналар тобын бір логикалық арна ретінде қарастырады.

Білімді бекітуге арналған сұрақтар:

1. Хаб, коммутатор және маршрутизатор OSI моделінің қай деңгейлерінде жұмыс істейді?
2. Коллизиялық домен мен Broadcast доменінің айырмашылығы неде?
3. Коммутатор MAC-кестені қалай қалыптастырады?
4. Learning, Flooding, Forwarding және Filtering әрекеттерінің айырмашылығы қандай?
5. Store-and-Forward және Cut-Through әдістерін салыстырыңыз.
6. VLAN технологиясы қандай мақсатта қолданылады?
7. Access және Trunk порттарының айырмашылығы неде?
8. STP хаттамасы желілік циклдердің алдын қалай алады?
9. LACP және L3 коммутаторлардың негізгі міндеттері қандай?

Әдебиеттер тізімі:

1. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. — СПб.: Питер, 2020.
2. Таненбаум Э., Уэзеролл Д. Компьютерные сети. 5-е изд. — СПб.: Питер, 2012.
3. Kurose J.F., Ross K.W. Computer Networking: A Top-Down Approach. 8th ed. — Pearson, 2021.
4. Stallings W. Data and Computer Communications. 10th ed. — Pearson, 2014.
5. Forouzan B.A. Data Communications and Networking. 5th ed. — McGraw-Hill, 2013.
6. IEEE Std 802.1Q-2022. Bridges and Bridged Networks. — IEEE, 2022.
7. IEEE Std 802.1D-2004. Media Access Control (MAC) Bridges. — IEEE, 2004.
8. IEEE Std 802.1AX-2020. Link Aggregation. — IEEE, 2020.
9. Odom W. CCNA 200-301 Official Cert Guide, Volume 1. — Cisco Press, 2019.