

Вступ до мереж (Introduction to Networks, ITN) (на основі CCNAv7.0 Мережної Академії Cisco)

Тема5. Системи числення.

5.0.1. Чому варто пройти цей розділ?

Ласкаво просимо до світу Систем числення!

Вгадайте що це? Це 32-розрядна IPv4 адреса комп'ютера в мережі: 11000000.10101000.00001010.0000001010101010. Адреса представлена у двійковій системі. IPv4 адреса того ж самого комп'ютера в десятковому форматі з крапками: 192.168.10.10. Який з цих двох форматів ви вважаєте більш зручним для роботи? Довжина IPv6 адреси 128 біт! Для роботи з IPv6-адресами зручною є шістнадцяткова система числення, яка використовує цифри 0-9 і літери А-Ф.

Як адміністратор мережі ви повинні знати, як перетворити двійкові адреси до десяткового з крапками формату, та навпаки. Вам також потрібно знати, як перетворити двійкові адреси до шістнадцяткового представлення та навпаки. (Підказка. Щоб зробити це, потрібні ваші навички двійкового перетворення.)

Цікаво, що це не так і важко, якщо знати кілька хитрощів. Цей розділ містить вправу Binary Game, яка дійсно допоможе вам розпочати. Тож навіщо чекати?

5.0.2. Що нового я дізнаюсь у цьому розділі?

Заголовок Розділу: Системи числення

Мета розділу: Навчити перетворенню чисел між десятковою, двійковою та шістнадцятковою системами.

Заголовок таблиці	
Назва теми	Мета вивчення теми
Двійкова система числення	Навчити перетворенню чисел між десятковою та двійковою системами.
Шістнадцяткова система числення	Навчити перетворенню чисел між десятковою та шістнадцятковою системами.

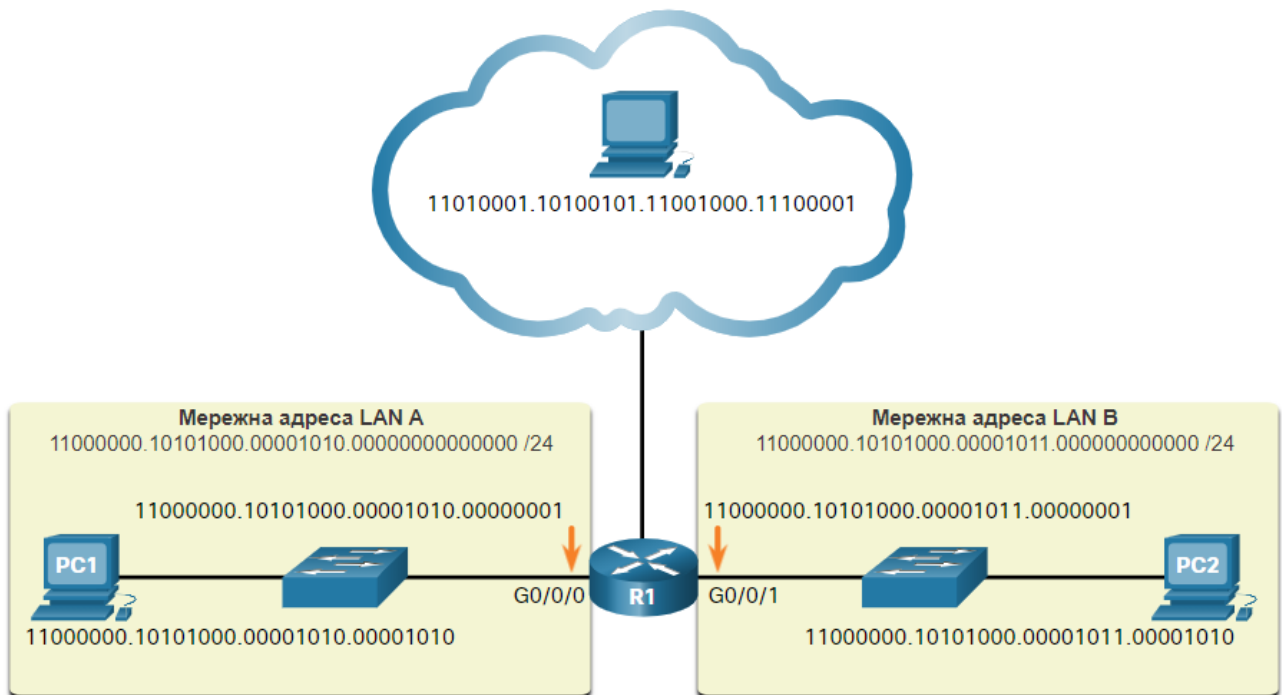
5.1.1. Двійкова система числення та IPv4-адреси

IPv4-адреси представлені у двійковій системі числення, як серії з нулів та одиниць. З такими адресами складно працювати, тому адміністратори мережі повинні перевести їх до десяткового з крапками формату. У цьому підрозділі наведено кілька способів зробити це.

Двійкова система числення використовує цифри 0 та 1, які називають бітами. Натомість, десяткова система числення використовує 10 цифр, від 0 до 9.

Важливо розумітись на двійковій системі числення, оскільки вузли, сервери та мережні пристрої використовують двійкову адресацію. Зокрема, для взаємної ідентифікації вони використовують двійкові IPv4-адреси, як показано на рисунку.

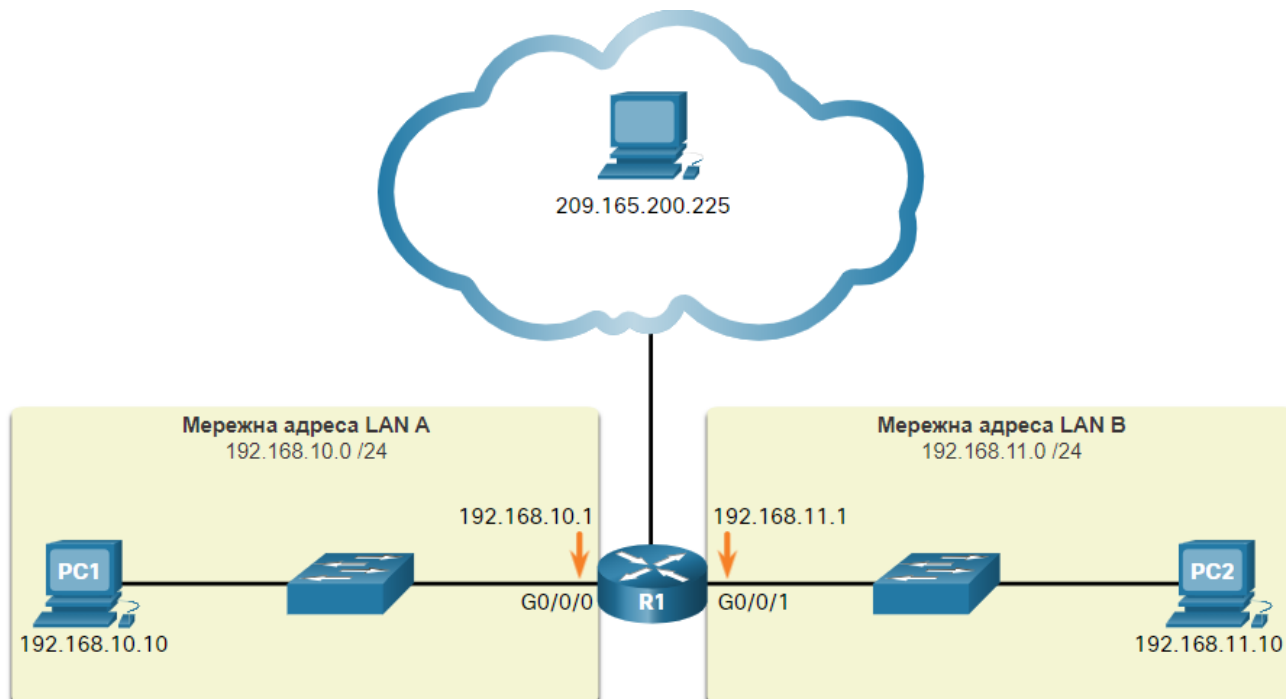
Центральний маршрутизатор має дві безпосередньо підключені LAN та одну WAN, підключену до хмари. Кожна локальна мережа має комутатор і ПК. У WAN присутній один ПК. Кожен пристрій має IPv4-адресу, показану в двійковій системі числення з точками-розділювачами, замість десяткової з точками нотації.



Кожна адреса складається з 32-бітного рядка, розділеного на чотири частини, які називають октетами. Кожен октет містить 8 біт (або 1 байт), розділені крапками. Наприклад, PC1 на рисунку присвоєно IPv4-адресу 11000000.10101000.00001010.000000101010. Адреса шлюзу за замовчуванням для цього ПК - це адреса інтерфейсу Gigabit Ethernet маршрутизатора R1 - 11000000.10101000.00001010.0000000001.

Для вузлів та мережних пристроїв використання двійкової системи числення є зручним. Однак, використання адрес у двійковому форматі, є доволі складним для людей.

Люди користуються більш зручною формою представлення IPv4-адреси - десятковий формат з точками-розділювачами. PC1 призначена IPv4-адреса 192.168.10.10, а адреса шлюзу за замовчуванням для нього - 192.168.10.1, як показано на рисунку.



Ця схема повторює першу схему, центральний маршрутизатор з двома локальними мережами та WAN, підключеною до хмари. Ті ж самі пристрої, що і на першій діаграмі; однак, замість IPv4-адресації в двійковій системі числення, використовується нотація десяткова з точками-розділювачами.

Для ґрунтового розуміння мережної адресації необхідно знатися на двійковій системі числення і отримати практичні навички перетворення двійкового представлення IPv4-адрес до нотації десяткової з точками-розділювачами, і навпаки. У цьому розділі буде описано перетворення між системами числення з основою 2 (двійковою) і основою 10 (десятковою).

5.1.2. Відео - Перетворення між двійковою та десятковою системами числення

Демонстрацію перетворення між двійковою та десятковою системами числення

Video - Convert Between Binary and Decimal Numbering Systems

This video will cover the following:

- Positional notation review
- Powers of 10 review
- Decimal – base 10 numbering review
- Binary – base 2 numbering review
- Convert an IP address in binary to decimal numbering

Positional Notation – Place Values

10^6	10^5	10^4	10^3	10^2	10^1	10^0
1,000,000	100,000	10,000	1,000	100	10	1
			2	1	6	8

Decimal – Base 10 (0,1,2,3,4,5,6,7,8,9)

10^6	10^5	10^4	10^3	10^2	10^1	10^0
1,000,000	100,000	10,000	1,000	100	10	1
			2	1	6	8

$$2 \times 1000 = 2000$$

$$1 \times 100 = 100$$

$$6 \times 10 = 60$$

$$8 \times 1 = 8$$

$$\text{Total } 2168$$

Binary – Base 2 (0,1)

2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
128	64	32	16	8	4	2	1
1	0	1	0	1	0	0	0

$$168 = 10101000$$

$$1 \times 128 = 128$$

$$1 \times 32 = 32$$

$$1 \times 8 = + 8$$

$$\text{Total} \quad 168$$

Binary – Base 2 (0,1)

2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
128	64	32	16	8	4	2	1
0	1	1	0	1	1	0	1

$$01101101 = 109$$

2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
128	64	32	16	8	4	2	1
0	1	1	0	0	1	0	1

11000000.10101000.00000001.01100101

11000000	10101000	00000001	01100101
192	168	1	101

5.1.3. Двійкова система числення - позиційна система

Процедура перетворення двійкового числа до десяткової системи числення вимагає розуміння позиції цифри в числі. Позиція цифри в числі означає, що цифрі відповідають різні значення в залежності від «позиції», яку займає цифра в числі. Ви добре знаєтесь на найбільш поширеній системі числення, десятковій (з основою 10).

Для десяткової позиційної системи числення ця концепція працює так, як описано в таблиці.

Основа системи числення	10	10	10	10
Позиція в числі	3	2	1	0
Обчислення	(10^3)	(10^2)	(10^1)	(10^0)
Вага цифри	1000	100	10	1

Нижче описано кожен рядок таблиці.

- Рядок 1, Основа - базис системи числення. Десяткова система числення має базис 10, тому основа системи числення дорівнює 10.
- Рядок 2, Позиція в числі відповідає місцю цифри в десятковому числі, починаючи справа наліво, 0 (1-а позиція), 1 (2-а позиція), 2 (3-я позиція), 3 (4-а позиція). Ці числа також представляють показник ступеня, який використовується для обчислення ваги цифри в числі, яка прописана в рядку номер 4.

- Рядок 3 містить обчислення ваги цифри в числі, основа системи числення піднесена до ступеня, зазначеного в 2-му рядку.

Примітка: $n^0 = 1$.

- Рядок 4 містить вагу цифри в числі, представлену тисячами, сотнями, десятками і одиницями.

Для використання позиційної системи, зіставте кожен цифру заданого числа з її вагою. Приклад в таблиці ілюструє, як використовується позиційна система числення для десяткового числа 1234.

Тисячі	Сотні	Десятки	Одиниці	
Вага цифри	1000	100	10	1
Десяткове число (1234)	1	2	3	4
Обчислення	1 x 1000	2 x 100	3 x 10	4 x 1
Додати їх...	1000	+ 200	+ 30	+ 4
Результат	1 234			

Для двійкової системи числення позиційна нотація працює так, як описано в таблиці.

Основа системи числення	2	2	2	2	2	2	2	2
Позиція в числі	7	6	5	4	3	2	1	0
Обчислення	(2^7)	(2^6)	(2^5)	(2^4)	(2^3)	(2^2)	(2^1)	(2^0)
Вага цифри	128	64	32	16	8	4	2	1

Нижче описано кожен рядок таблиці.

- Рядок 1, Основа - базис системи числення. Двійкова нотація має базис 2, тому основа системи числення дорівнює 2.
- Рядок 2, Позиція в числі відповідає місцю цифри в двійковому числі, починаючи справа наліво, 0 (1-а позиція), 1 (2-а позиція), 2 (3-я позиція), 3 (4-а позиція). Ці числа також представляють показник ступеня, який використовується для обчислення ваги цифри в числі, яка прописана в рядку номер 4.
- Рядок 3 містить обчислення ваги цифри в числі, основа системи числення піднесена до ступеня, зазначеного в 2-му рядку.

Примітка: $n^0 = 1$.

- Рядок 4 - вага цифри в числі, представлена як 1, 2, 4, 8, і т.д.

Приклад в таблиці ілюструє, як двійкове число 11000000 відповідає десятковому числу 192. Для двійкового числа 10101000, відповідне десяткове число було б 168.

Вага цифри	128	64	32	16	8	4	2	1
Двійкове число (11000000)	1	1	0	0	0	0	0	0
Обчислення	1 x 128	1 x 64	0 x 32	0 x 16	0 x 8	0 x 4	0 x 2	0 x 1
Додати їх ...	128	+ 64	+ 0	+ 0	+ 0	+ 0	+ 0	+ 0
Результат	192							

5.1.4. Питання для самоперевірки - Двійкова система числення

1. Виберіть двійковий еквівалент IP-адреси 192.168.11.10?

- 11000000.11000000.00001011.00001010
- 11000000.10101000.00001011.00001010
- 11000000.10101000.00001010.00001011
- 11000000.10101000.00001011.00010010

2. Виберіть двійковий еквівалент IP-адреси 172.16.31.30?

- 11000000.00010000.00011111.00011110
- 10101000.00010000.00011111.00011110
- 10101100.00010000.00011110.00011110
- 10101100.00010000.00011111.00011110

1. Виберіть двійковий еквівалент IP-адреси 192.168.11.10?

Правильно!

- 11000000.11000000.00001011.00001010
- 11000000.10101000.00001011.00001010
- 11000000.10101000.00001010.00001011
- 11000000.10101000.00001011.00010010

2. Виберіть двійковий еквівалент IP-адреси 172.16.31.30?

Правильно!

- 11000000.00010000.00011111.00011110
- 10101000.00010000.00011111.00011110
- 10101100.00010000.00011110.00011110
- 10101100.00010000.00011111.00011110

5.1.5. Перетворення двійкової адреси до десяткової

Щоб конвертувати двійкову IPv4-адресу в формат десятковий з крапками-розділювачами, розділіть IPv4-адресу на чотири 8-розрядних октети. Далі застосуємо ваги цифр в числі до першого октета двійкового числа і проведемо відповідні обчислення.

Наприклад, розглянемо, 11000000.10101000.00001011.00001010 - двійкову IPv4-адресу вузла. Щоб конвертувати двійкову адресу в десяткову, розпочніть з першого октета, як показано в таблиці. Впишіть 8-бітове двійкове число під вагами цифр 1-го рядка, а потім проведіть обчислення, щоб отримати десяткове число 192. Це число є першим октетом в нотації десятковій з крапками-розділювачами.

Вага цифри	128	64	32	16	8	4	2	1
Двійкове число (11000000)	1	1	0	0	0	0	0	0
Обчислення	128	64	32	16	8	4	2	1
Додати їх...	128	+ 64	+ 0	+ 0	+ 0	+ 0	+ 0	+ 0
Результат	192							

Далі конвертуйте другий октет 10101000 як показано в таблиці. Отримане десяткове значення дорівнює 168, і це значення другого октету.

Вага цифри	128	64	32	16	8	4	2	1
Двійкове число (10101000)	1	0	1	0	1	0	0	0
Обчислення	128	64	32	16	8	4	2	1
Додати їх...	128	+ 0	+ 32	+ 0	+ 8	+ 0	+ 0	+ 0
Результат	168							

Конвертуємо третій октет 00001011, як показано в таблиці.

Вага цифри	128	64	32	16	8	4	2	1
Двійкове число (00001010)	0	0	0	0	1	0	1	0
Обчислення	128	64	32	16	8	4	2	1
Додати їх...	0	+ 0	+ 0	+ 0	+ 8	+ 0	+ 2	+ 0
Результат	10							

5.1.6. Activity - Binary to Decimal Conversions

Інструкції

Це інтерактивне завдання дозволяє практикуватись у перетворенні 8-бітового двійкового числа у десяткове стільки, скільки потрібно для засвоєння. Ми рекомендуємо вам працювати з цим інструментом, поки досягнете достатнього рівня, щоб виконувати перетворення без помилок. Конвертуйте двійкове число, представлене октетом, до його десяткового значення.

Введіть відповідь у десятковій системі числення нижче.

Десяткове значення	105							
Основа	2	2	2	2	2	2	2	2
Показник ступеня	7	6	5	4	3	2	1	0
Вага цифри	128	64	32	16	8	4	2	1
Біт	0	1	1	0	1	0	0	1

Двійкове число.

Перевірити

Нове число

Показати

Скинути

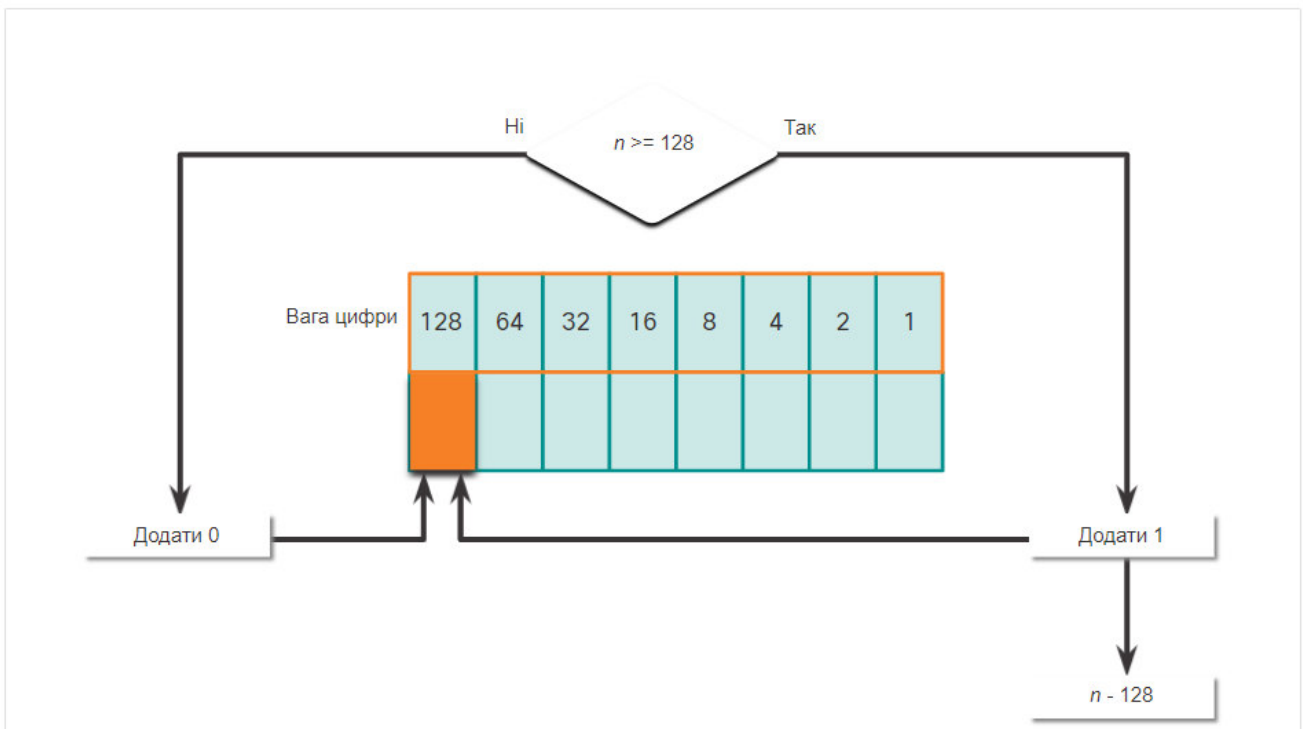
5.1.7. Перетворення десяткового представлення у двійкове

Також необхідно розуміти, як перетворити десятковий з розділювачами-крапками формат IPv4-адреси в двійковий. Корисним інструментом є таблиця ваги цифр для двійкової системи числення.

128	64	32	16	8	4	2	1
-----	----	----	----	---	---	---	---

Десяткове значення октету (n) дорівнює або більше, ніж вага найбільш значущого біта (**128**)?

- Якщо ні, то поставимо **0** до позиції, де **128** вага цифри.
- Якщо так, поставимо **1** до позиції з вагою **128** і віднімаємо **128** від десяткового числа.



128

64

32

16

8

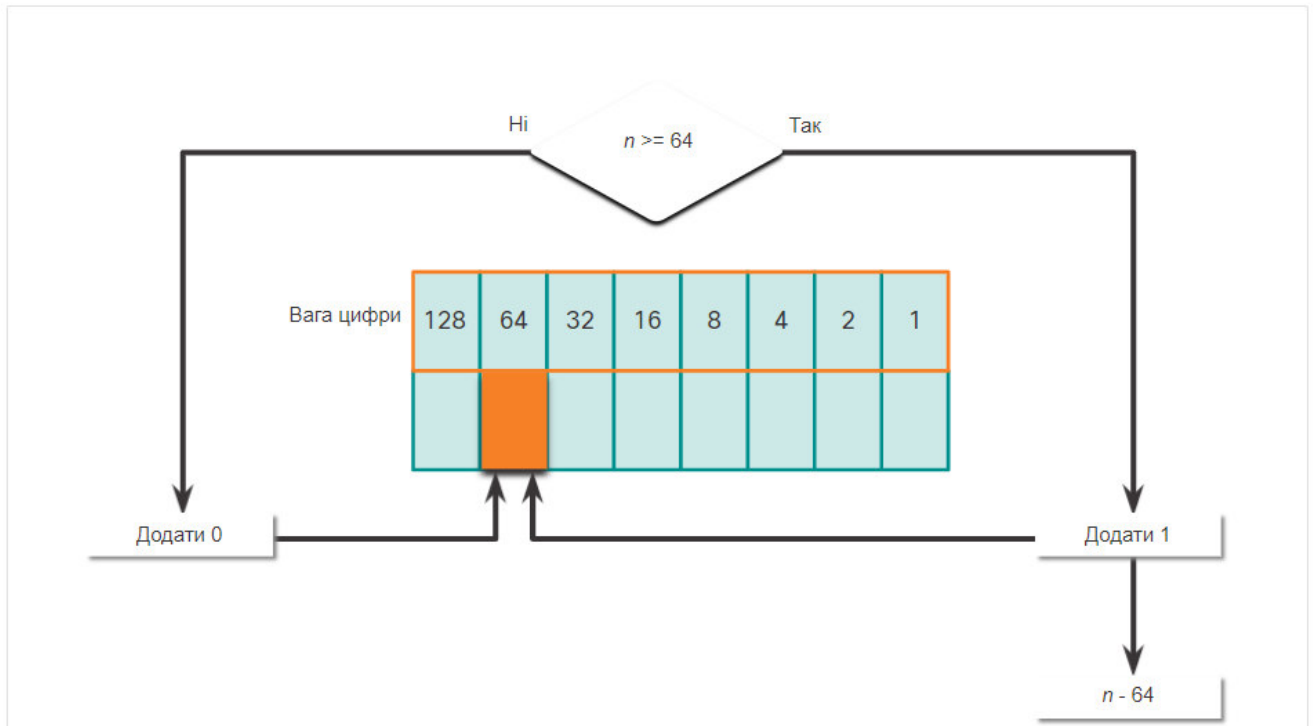
4

2

1

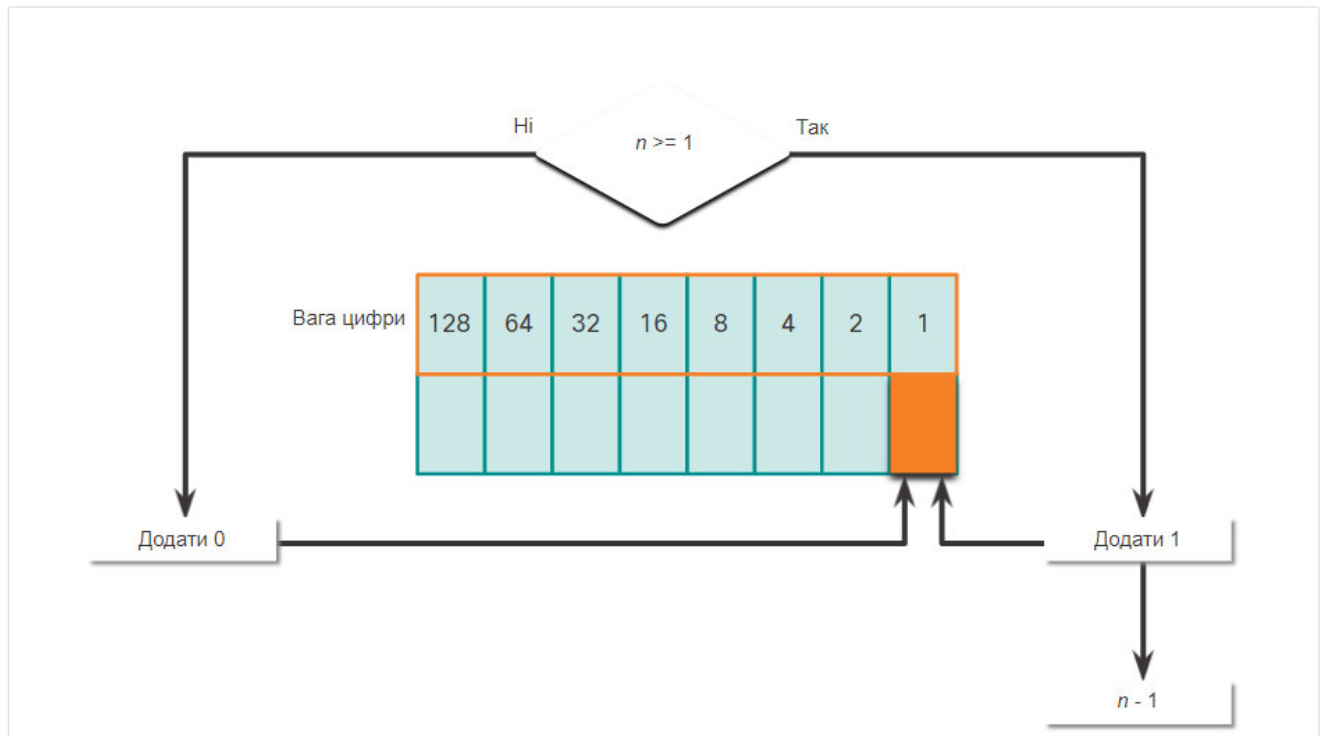
Десяткове значення октету (n) дорівнює або більше, ніж наступний найбільш значущий біт (64)?

- Якщо ні, то поставимо **0** до позиції, де **64** вага цифри.
- Якщо так, поставимо **1** до позиції з вагою **64** і віднімаємо **64** від десяткового числа.



Десяткове значення октету (n) дорівнює або більше останнього значущого біта (**1**)?

- Якщо ні, то поставимо **0** до позиції, де **1** вага цифри.
- Якщо так, поставимо **1** до позиції з вагою **1** і віднімаємо **1** від десяткового числа.



5.1.8. Приклад перетворення адреси з десяткового представлення до двійкового

Щоб розібратися в процесі, розглянемо IP-адресу 192.168.11.10.

Перший октет, число 192, конвертується у двійкову систему числення за допомогою концепції ваги цифри в числі, яка розглядалась раніше.

Менші десяткові числа полегшують процес, можна обійтись без віднімання. Наприклад, зверніть увагу, що досить легко відбувається обчислення для третього октету, перетворення до двійкової системи не містить процедури віднімання ($8 + 2 = 10$). Двійкове значення третього октету становить 00001010.

Четвертий октет 11 ($8 + 2 + 1$). Двійкове значення четвертого октету становить 00001011.

Конвертування між двійковим та десятковим представленнями спочатку може здатися складним, але з плином часу та практикою має стати легше.



Натисніть на кожен крок, щоб побачити перетворення IP-адреси 192.168.10.11 в двійковий формат.

Крок 1

Крок 2

Крок 3

Крок 4

Крок 5

Крок 6

Крок 7

Крок 8

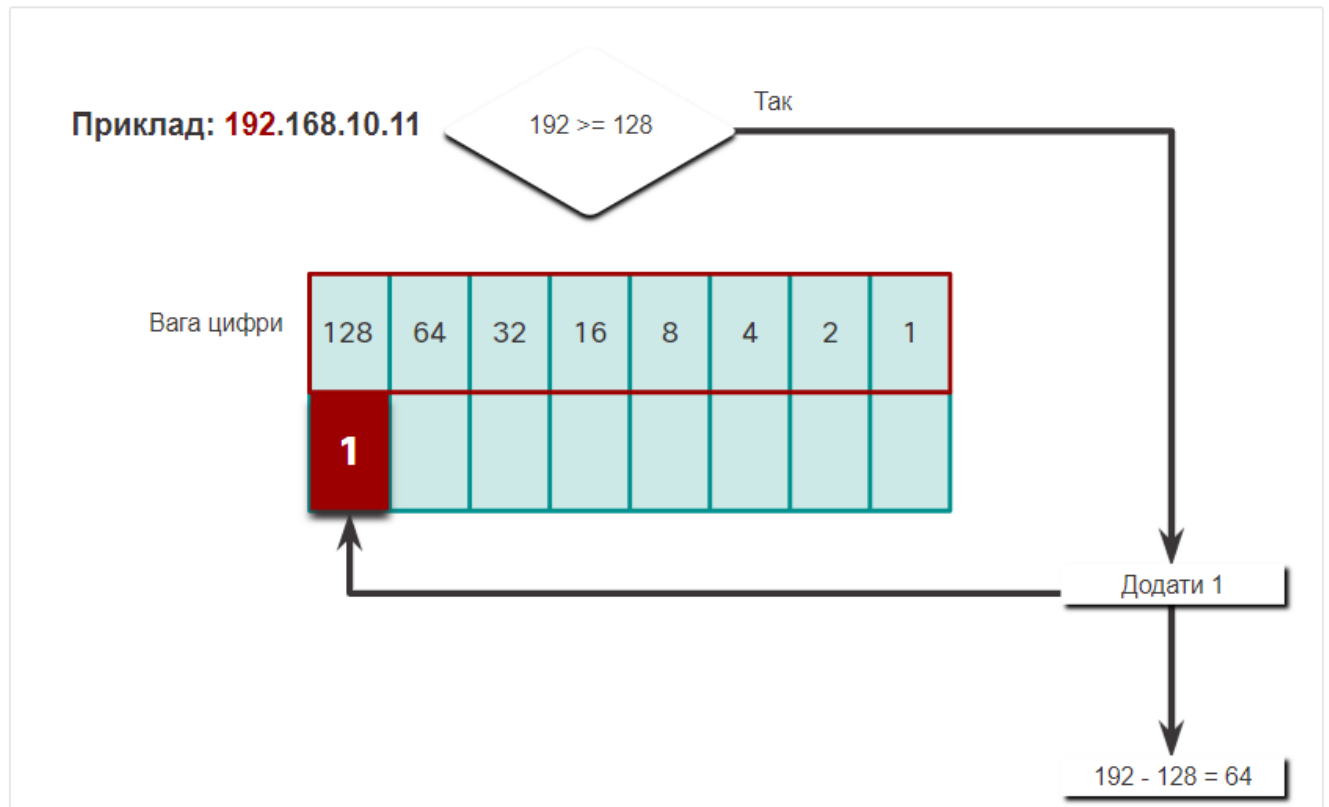
Крок 9

Крок 10

Крок 11

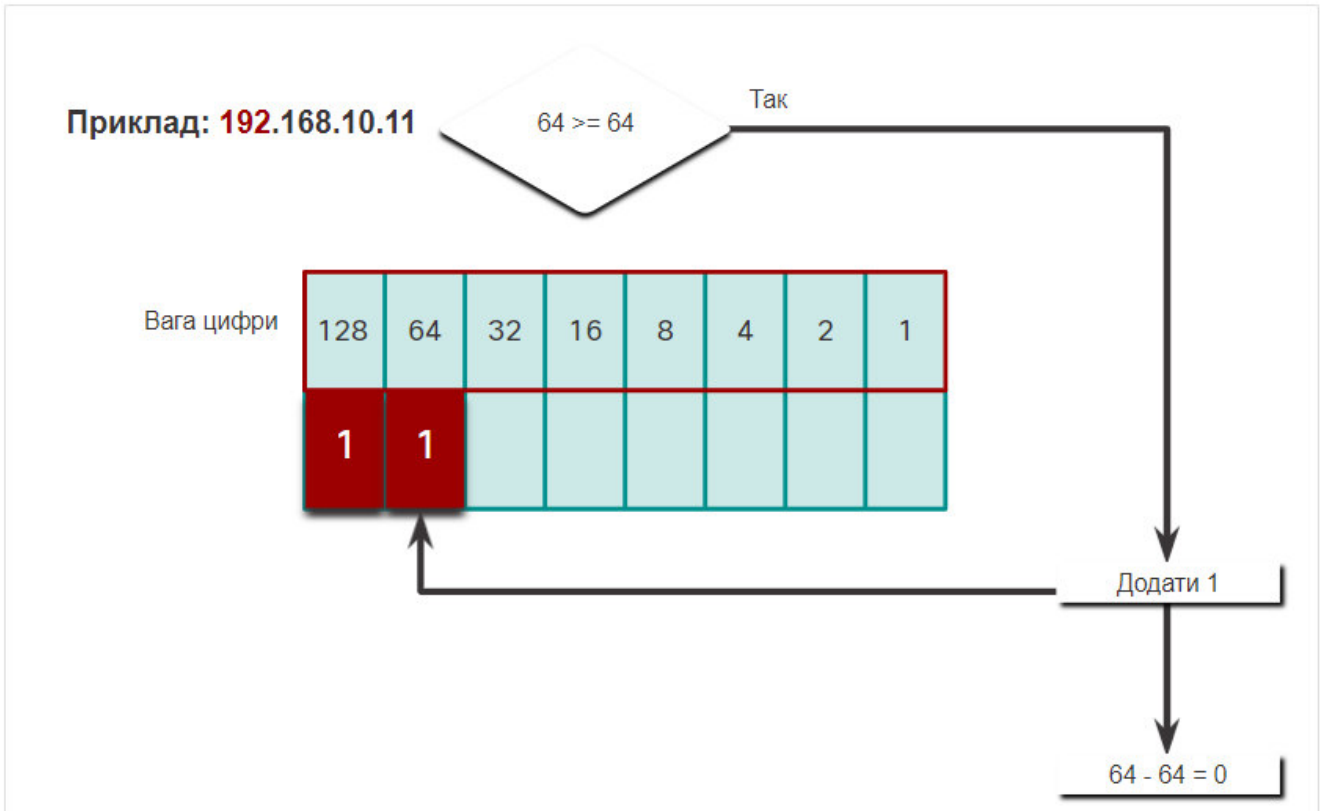
Перший октет, число 192, дорівнює або більше, ніж вага найбільш значущого біта 128?

- Так, тому додаємо 1 до позиції, яка має вагу 128.
- Віднімаємо 128 з 192, отримуємо залишок 64.



Залишок 64 дорівнює або більше, ніж вага наступного найбільш значущого біта 64?

- Так, дорівнює, тому додаємо 1 до позиції, яка має вагу 64.



Оскільки залишку немає, проставимо 0 до інших позицій.

- Двійкове значення першого октету **11000000**.

Приклад: **192.168.10.11**

Вага цифри	128	64	32	16	8	4	2	1
	1	1	0	0	0	0	0	0

11000000 . _____ . _____ . _____

Крок 1

Крок 2

Крок 3

Крок 4

Крок 5

Крок 6

Крок 7

Крок 8

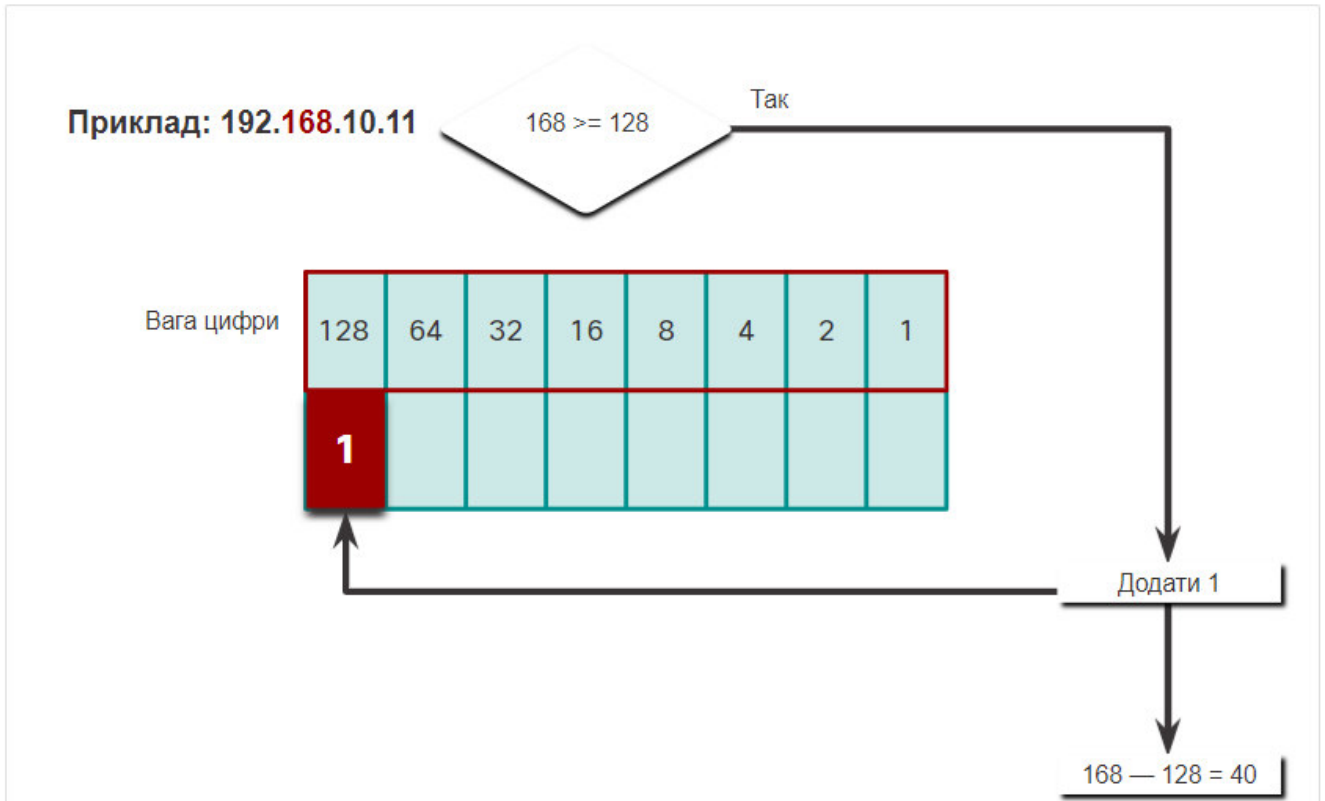
Крок 9

Крок 10

Крок 11

Другий октет, число **168**, дорівнює або більше, ніж вага найбільш значущого біта **128**?

- Так, тому поставимо **1** в позиції з найбільшою вагою **128**.
- Віднімаємо **128** від **168** та отримуємо залишок **40**.



Крок 1

Крок 2

Крок 3

Крок 4

Крок 5

Крок 6

Крок 7

Крок 8

Крок 9

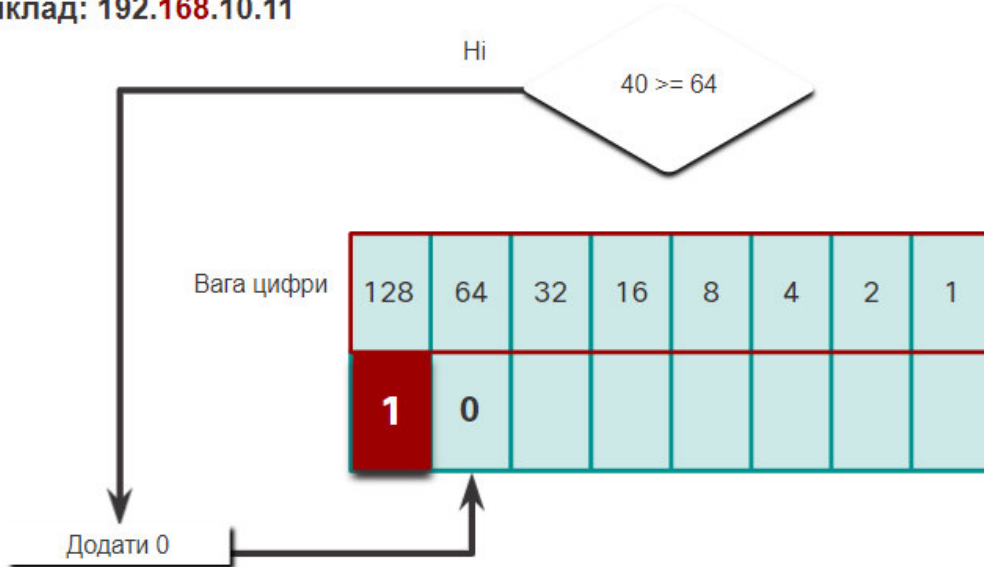
Крок 10

Крок 11

Чи є залишок **40** таким, що дорівнює або більше, ніж вага наступного найбільш значущого біту **64**?

- Ні, тому **0** ставимо у відповідній позиції.

Приклад: **192.168.10.11**



Крок 1

Крок 2

Крок 3

Крок 4

Крок 5

Крок 6

Крок 7

Крок 8

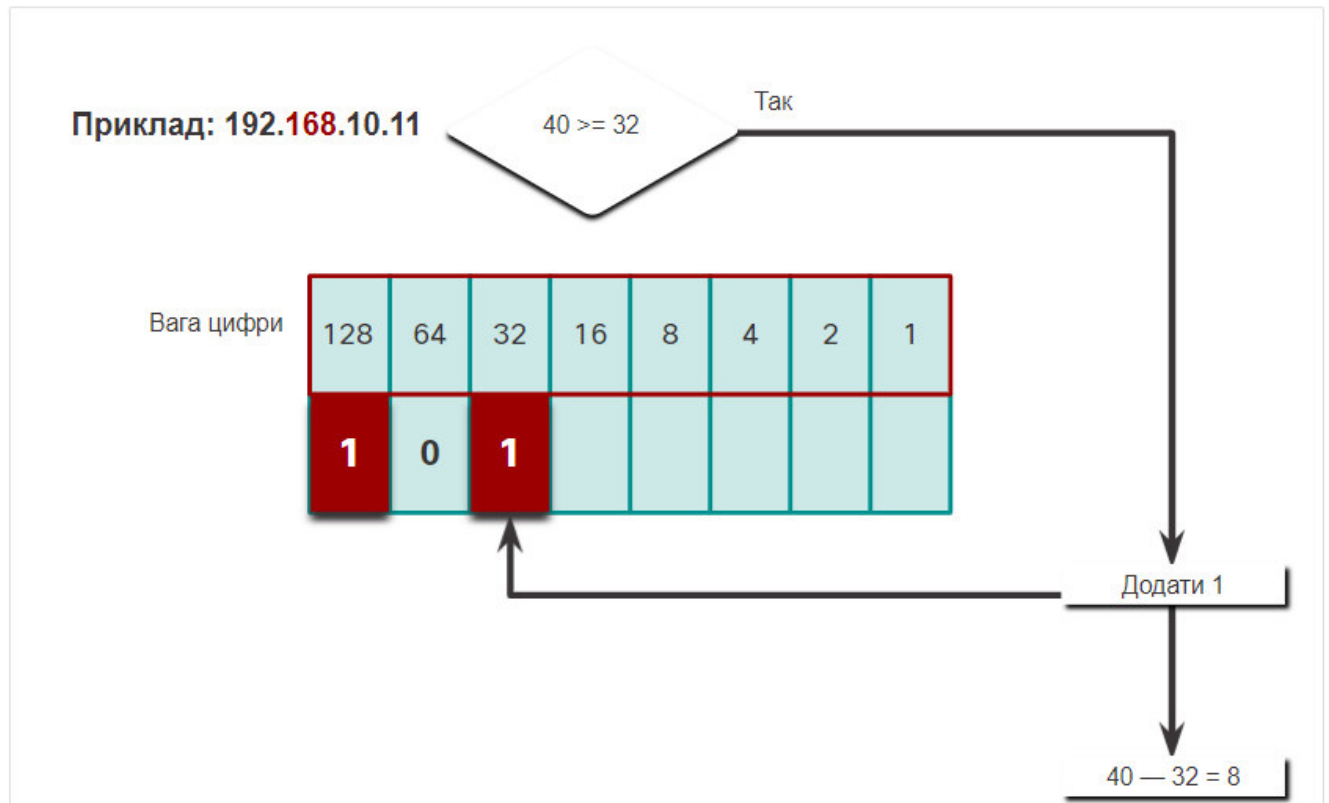
Крок 9

Крок 10

Крок 11

Чи є залишок **40** таким, що дорівнює або більше, ніж вага наступного найбільш значущого біту **32**?

- Так, тому поставимо **1** в позиції з найбільшою вагою **32**.
- Віднімаємо **32** від **40** та отримуємо залишок **8**.



Крок 1

Крок 2

Крок 3

Крок 4

Крок 5

Крок 6

Крок 7

Крок 8

Крок 9

Крок 10

Крок 11

Оскільки залишку немає, проставимо **0** до інших позицій.

- Двійкове значення другого октету **10101000**.

Приклад: 192.168.10.11

Вага цифри	128	64	32	16	8	4	2	1
	1	0	1	0	1	0	0	0

11000000 . **10101000** . _____ . _____

Крок 1

Крок 2

Крок 3

Крок 4

Крок 5

Крок 6

Крок 7

Крок 8

Крок 9

Крок 10

Крок 11

Двійкове значення четвертого октету **00001011**.

Приклад: 192.168.10.11

Вага цифри	128	64	32	16	8	4	2	1
	0	0	0	0	1	0	1	1

11000000 . 10101000 . 00001010 . **00001011**

5.1.9. Activity - Decimal to Binary Conversions

Інструкції

Це інтерактивне завдання дає можливість попрактикуватись в перетворенні десяткових чисел на восьми-бітні двійкові числа. Ми рекомендуємо вам працювати з цим інструментом, поки досягнете достатнього рівня, щоб виконувати перетворення без помилок. Конвертуйте десяткове число, зазначене в полі Десяткове значення, у його двійкове представлення.

Десяткове значення	63							
Основа	2	2	2	2	2	2	2	2
Показник ступеня	7	6	5	4	3	2	1	0
Вага цифри	128	64	32	16	8	4	2	1
Біт	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Перевірити

Нове число

Показати

Скинути

5.1.10. Інтерактивне завдання - Binary Game

Це цікавий спосіб вивчити двійкову систему числення для використання в мережних технологіях.

Посилання на гру: <https://learningnetwork.cisco.com/docs/DOC-1803>

Щоб скористатися цим посиланням, потрібно авторизуватися на сайті cisco.com. Необхідно буде створити обліковий запис, якщо у вас його ще немає.

Також існує безліч безкоштовних варіантів цієї гри для мобільних пристроїв. Виконайте пошук "Binary Game" у своєму магазині застосунків.

5.1.11. IPv4-адреси

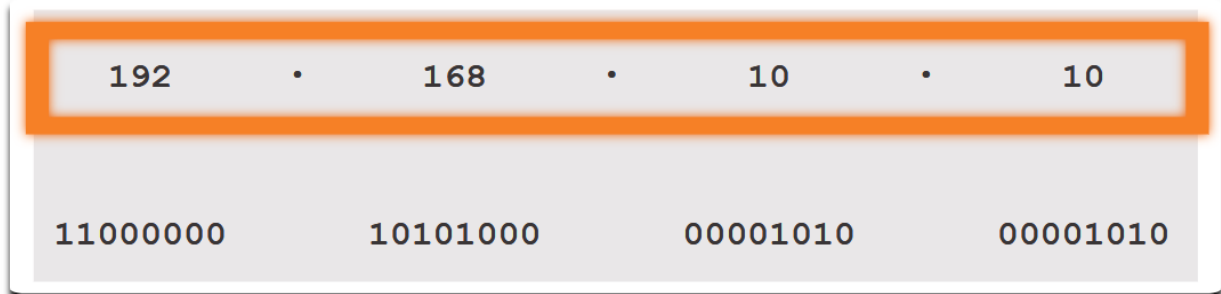
Як згадувалося на початку цієї теми, маршрутизатори і комп'ютери сприймають тільки двійкову систему числення, в той час як люди працюють з десятковою. Для вас важливе глибоке розуміння цих двох систем числення і як вони використовуються в мережі.

Dotted Decimal формат

Октети

32-бітна IP-адреса

192.168.10.10 – це IP-адреса, який призначається комп'ютеру.



Dotted Decimal формат

Октети

32-бітна IP-адреса

Ця адреса складається з чотирьох різних октетів.

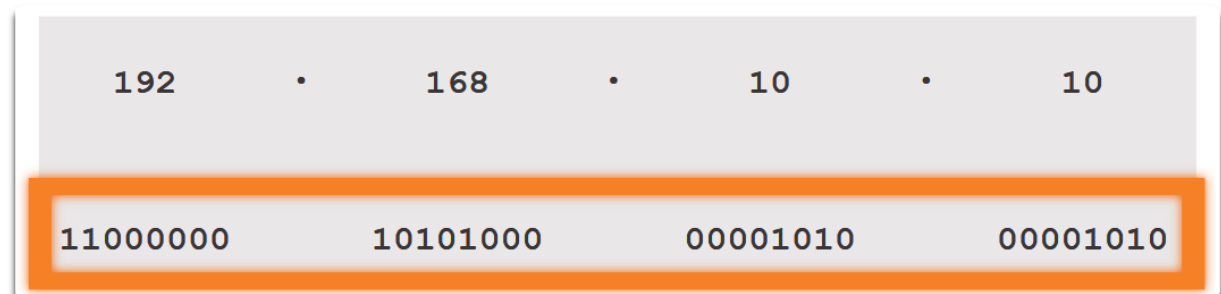


Dotted Decimal формат

Октети

32-бітна IP-адреса

Комп'ютер зберігає адресу як послідовність 32-біт.



5.2. Шістнадцяткова система числення

5.2.1. Шістнадцяткова система числення та IPv6-адреси

Тепер ви знаєте, як конвертувати двійкові числа до десяткової системи числення і навпаки. Ці навички потрібні, щоб зрозуміти IPv4-адресацію у вашій мережі. Але скоріш за все, ви будете використовувати IPv6-адреси у вашій мережі. Щоб зрозуміти IPv6-адреси, ви повинні вміти конвертувати шістнадцяткове число в десяткове і навпаки.

Так само, як десять є основою десяткової системи числення, шістнадцять є основою шістнадцяткової системи числення. Шістнадцяткова система числення використовує цифри від 0 до 9 і букви від А до F. На рисунку показані еквівалентні десяткові та шістнадцяткові значення для двійкових комбінацій від 0000 до 1111.

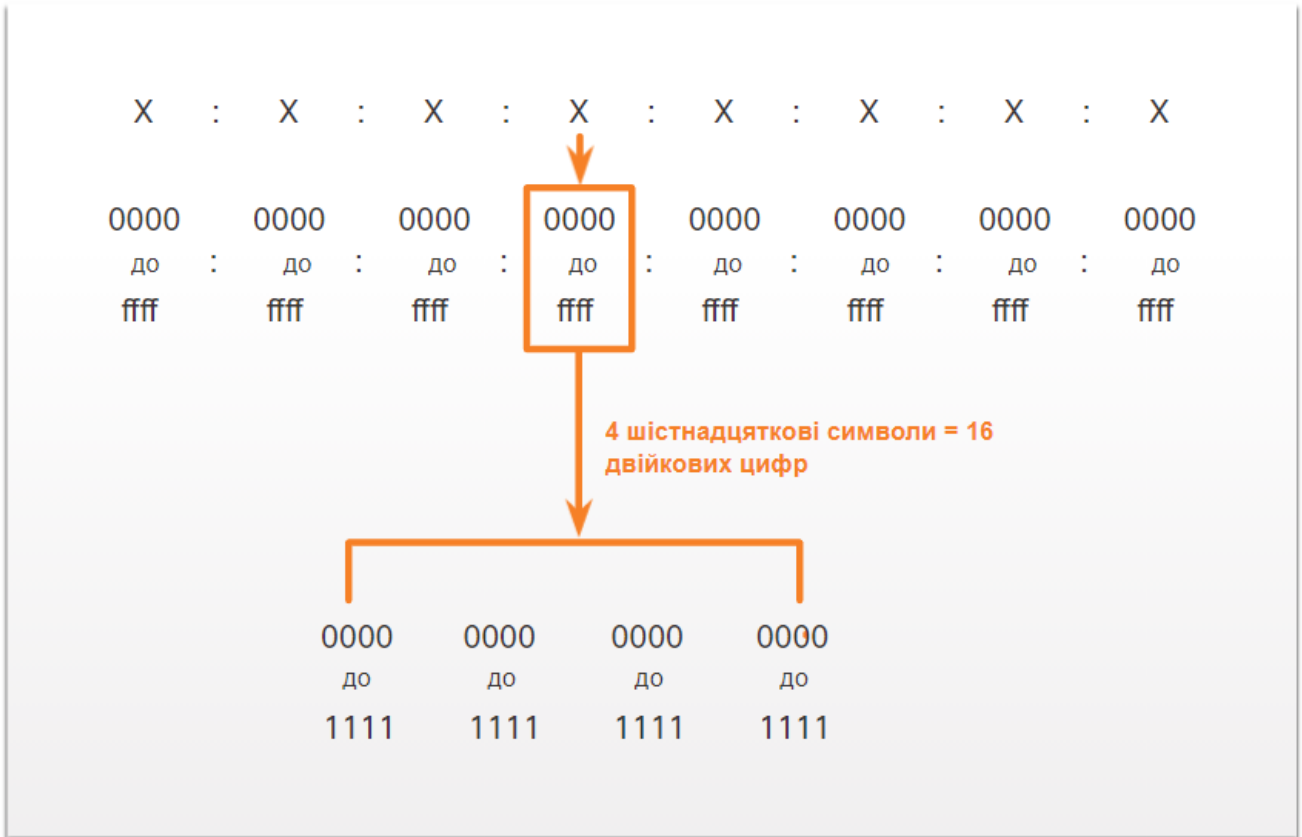
Десяткова СЧ	Двійкова СЧ	Шістнадцяткова СЧ
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

Двійкова та шістнадцяткова системи числення є взаємозамінними, тому що одна шістнадцяткова цифра краще сприймається, ніж послідовність з чотирьох двійкових бітів.

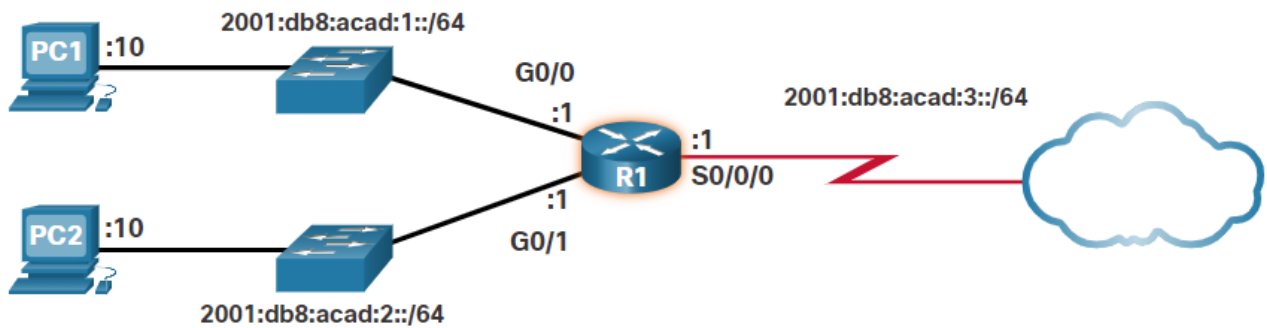
Шістнадцяткова система числення використовується в мережних технологіях для представлення IPv6-адрес і MAC-адрес Ethernet.

IPv6-адреси мають довжину 128 біт і кожен 4 біти можуть бути представлені одним шістнадцятковим символом; всього 32 шістнадцяткових символи. IPv6-адреси не чутливі до регістру і можуть бути записані як в нижньому регістрі, так і у верхньому.

Як показано на рисунку, переважний формат запису IPv6 адреси x:x:x:x:x:x:x, де кожен "x" складається з чотирьох шістнадцяткових символів. Відносно 8 бітів адреси IPv4 ми використовували термін октет. Для IPv6 гекстет (hextet) - неофіційний термін, який використовують для позначення сегмента з 16 біт або чотирьох шістнадцяткових символів. Кожен "x" - це один гекстет, 16 біт або чотири шістнадцяткові цифри.

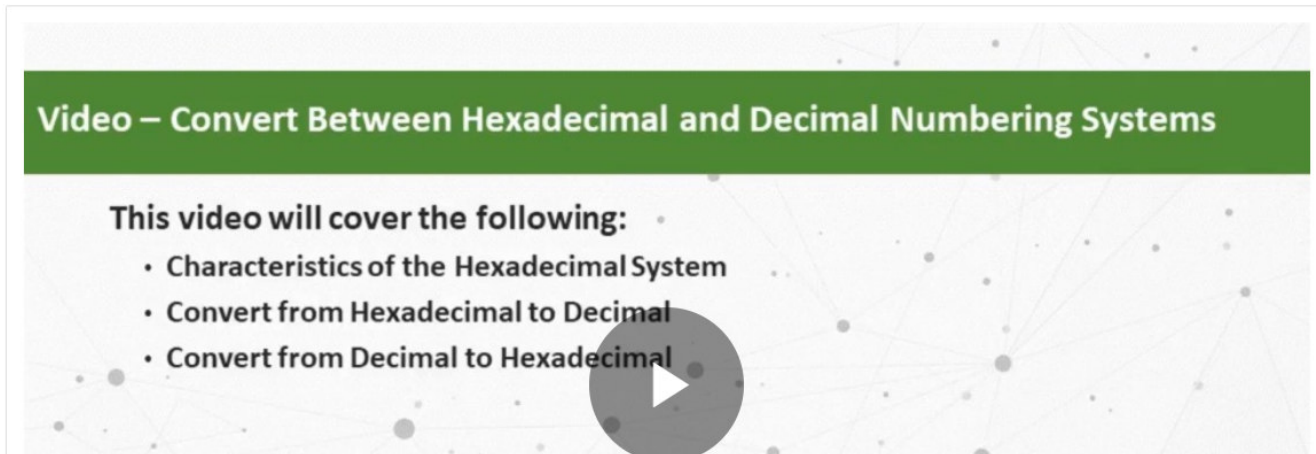


На рисунку приклад топології, на якій зазначені шістнадцяткові IPv6-адреси.



5.2.2. Відео - Конвертація між шістнадцятковою і десятковою системами числення

Натисніть кнопку Відтворити у відео, щоб побачити, як відбувається конвертація між шістнадцятковою та десятковою системами числення.



The Hexadecimal Number System

- Base 16 number system
- 16 symbols (0,1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F)
- Powers of 16

16^3	16^2	16^1	16^0
4096	256	16	1

Hexadecimal, Decimal, and Binary Equivalents

Hexadecimal	Decimal	Binary
0	0	0000
1	1	0001
2	2	0010
3	3	0011
4	4	0100
5	5	0101
6	6	0110
7	7	0111
8	8	1000
9	9	1001
A	10	1010
B	11	1011
C	12	1100
D	13	1101
E	14	1110
F	15	1111

Note that each hex symbol represents a 4-bit binary number.

We can express an 8-bit binary number using two hex symbols.

Converting From Hexadecimal to Decimal

Example 1: Convert hex 2A to decimal

- Write out positional notation for the first two powers of 16, then insert the hex symbols below.
- Multiply each hex symbol by the place value that it is under and add the results together

16¹	16⁰
16	1
2	A

$$\begin{aligned}
 &(2 \times 16) + (A \times 1) \\
 &(2 \times 16) + (10 \times 1) \\
 &32 + 10 \\
 &= 42 \text{ decimal}
 \end{aligned}$$

Converting From Decimal to Hexadecimal

Example 2: Convert decimal 197 to hex

- Begin by converting 197 to an 8-bit binary number

$$\begin{array}{r}
 197 \\
 - 128 \\
 \hline
 69 \\
 - 64 \\
 \hline
 5 \\
 - 4 \\
 \hline
 1 \\
 - 1 \\
 \hline
 0
 \end{array}$$

2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
128	64	32	16	8	4	2	1
1	1	0	0	0	1	0	1

Decimal 197 = Binary 11000101



Converting From Decimal to Hexadecimal (cont'd.)

- Next, convert the 8-bit binary number to hexadecimal
- First split the 8-bit binary number into two 4-bit binary numbers
- Write the first four binary place values above each half
- Convert each half (4-bit binary number) to decimal
- Convert each decimal number into its corresponding hex value

2^3	2^2	2^1	2^0	2^3	2^2	2^1	2^0
8	4	2	1	8	4	2	1
1	1	0	0	0	1	0	1

$$8 + 4 = 12$$

Hex C

$$4 + 1 = 5$$

Hex 5

The answer is:

197 decimal =
C5 hex or


0xC5



Converting From Hexadecimal to Decimal

Example 3: Convert hex 9F to decimal

- First convert each hex symbol to its 4-bit binary equivalent
- Next, combine into one 8-bit binary number and convert to decimal

	<table><tr><th>2³</th><th>2²</th><th>2¹</th><th>2⁰</th></tr><tr><td>8</td><td>4</td><td>2</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr></table>	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	8	4	2	1	1	0	0	1		<table><tr><th>2³</th><th>2²</th><th>2¹</th><th>2⁰</th></tr><tr><td>8</td><td>4</td><td>2</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	8	4	2	1	1	1	1	1
2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰																								
8	4	2	1																								
1	0	0	1																								
2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰																								
8	4	2	1																								
1	1	1	1																								
Hex 9 =		Hex F (Dec 15) =																									
<table><tr><th>2⁷</th><th>2⁶</th><th>2⁵</th><th>2⁴</th><th>2³</th><th>2²</th><th>2¹</th><th>2⁰</th></tr><tr><td>128</td><td>64</td><td>32</td><td>16</td><td>8</td><td>4</td><td>2</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>				2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	128	64	32	16	8	4	2	1	1	0	0	1	1	1	1	1
2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰																				
128	64	32	16	8	4	2	1																				
1	0	0	1	1	1	1	1																				
																											
$128 + 16 + 8 + 4 + 2 + 1 = 159$ decimal																											

5.2.3. Конвертація з десяткової до шістнадцяткової системи числення

Перетворення десяткових чисел у шістнадцяткові є простим. Виконайте наведені нижче кроки.

1. Перетворіть десяткове число на рядок з 8 бітів.
2. Розділіть ці біти на групи по чотири, починаючи з крайньої правої позиції.
3. Конвертуйте кожну двійкову тетраду на еквівалентну шістнадцяткову цифру.

В прикладі показано кроки перетворення числа 168 у шістнадцятковий еквівалент.

Конвертуємо число 168 в шістнадцяткову систему числення за три кроки.

1. 168 у двійковій системі числення - це 10101000.
2. 10101000 ділимо на дві групи по чотири цифри - 1010 і 1000.
3. 1010 - в шістнадцятковій A, 1000 - в шістнадцятковій 8.

Відповідь: 168 - це A8 в шістнадцятковій системі числення.

5.2.4. Конвертація з шістнадцяткової до десяткової системи числення

Перетворення шістнадцяткових чисел у десяткові значення також є простим. Виконайте наведені нижче кроки.

1. Перетворити шістнадцяткове число на 4-бітні двійкові числа.
2. Виконати групування бітів по 8, починаючи з крайньої правої позиції.
3. Перетворити кожну групу з 8 бітів на еквівалентне десяткове число.

У цьому прикладі показано кроки перетворення числа D2 на десятковий еквівалент.

1. D2 в двійковій системі числення відповідають 4-бітні значення 1101 і 0010.
2. 1101 і 0010 об'єднаємо у 8-бітну групу - це 11010010.
3. Двійковому числу 11010010 в десятковій системі числення відповідає число 210.

Відповідь: Шістнадцяткове число D2 має десятковий еквівалент 210.

5.2.5. Питання для самоперевірки - Шістнадцяткова система числення



Перевірте своє розуміння шістнадцяткової системи числення, обравши правильну

1. Виберіть шістнадцятковий еквівалент числа 202.

- B10
- BA
- C10
- CA

2. Виберіть шістнадцятковий еквівалент числа 254.

- EA
- ED
- FA
- FE

3. Виберіть десятковий еквівалент числа A9.

- 168
- 169
- 170
- 171

4. Виберіть десятковий еквівалент числа 7D.

- 124
- 125
- 126
- 127



1. Виберіть шістнадцятковий еквівалент числа 202.

Правильно!

- B10
- BA
- C10
- CA

2. Виберіть шістнадцятковий еквівалент числа 254.

Правильно!

- EA
- ED
- FA
- FE

3. Виберіть десятковий еквівалент числа A9.

Правильно!

- 168
- 169
- 170
- 171

4. Виберіть десятковий еквівалент числа 7D.

Правильно!

- 124
- 125
- 126
- 127

5.3.1. *Що ми вивчили у цьому розділі?*

Двійкова система числення

Двійкова - це система числення, яка використовує цифри 0 і 1, що зветься бітами. Для порівняння, десяткова система числення використовує 10 цифр, від 0 до 9. Важливо розумітись на двійковій системі числення, оскільки вузли, сервери та мережні пристрої використовують двійкову адресацію, зокрема двійкову IPv4-адресацію, щоб ідентифікувати одне одного. Ви повинні знати двійкову адресацію, та як переходити від двійкової IPv4-адреси до IPv4-адреси у десятковому форматі з точками-розділювачами. У цій темі було показано кілька способів конвертації десяткових чисел у двійкові і навпаки.

Шістнадцяткова система числення

Так само, як десять є основою десяткової системи числення, шістнадцять є основою шістнадцяткової системи числення. Шістнадцяткова система числення використовує цифри від 0 до 9 і літери від A до F. Шістнадцяткова система використовується в мережних технологіях для представлення IPv6-адрес і MAC-адрес Ethernet. IPv6-адреси мають довжину 128 біт і кожні 4 біти можуть бути представлені одним шістнадцятковим символом; всього 32 шістнадцяткових символи. Щоб перетворити шістнадцяткове число в десяткове, потрібно спочатку перетворити шістнадцяткове в двійкове, а потім двійкове в десяткове. Щоб перетворити десяткове число в шістнадцяткове, також спочатку конвертують десяткове до двійкової системи числення.

5.3.2. Контрольна робота з розділу - Системи числення

1. Виберіть двійкове представлення для десяткового числа 173.

- 10110101
- 10101101
- 10100111
- 10100101

2. Задано двійкову адресу 11101100 00010001 00001100 00001010. Виберіть правильний варіант її представлення в десятковому форматі з точками-розділювачами.

- 236.17.12.6
- 234.17.10.9
- 234.16.12.10
- 236.17.12.10

3. Скільки бітів в IPv6-адресі?

- 256
- 32
- 48
- 128
- 64

4. Виберіть двійковий еквівалент десятичного числа 232.

- 11101000
- 10011000
- 11000110
- 11110010

5. Які два твердження є вірними щодо адрес IPv4 і IPv6? (Виберіть два.)

- IPv6 -адреси мають довжину 32 біти.
- IPv6-адреси представлені шістнадцятковими числами.
- IPv4 -адреси мають довжину 32 біти.
- Адреси IPv4 мають довжину 128 біт.
- Адреси IPv6 мають довжину 64 біти.
- IPv4-адреси представлені шістнадцятковими числами.

6. Який формат IPv4-адреси був створений для зручності використання людьми і виглядає як 201.192.1.14?

- шістнадцятковий
- ASCII
- двійковий
- десятичний формат з крапками-розділювачами

7. Який варіант у десятковому форматі з точками-розділювачами відповідає IPv4-адресі 11001011.00000000.01110001.11010011?

- 192.0.2.199
- 203.0.113.211
- 209.165.201.223
- 198.51.100.201

8. Що є десятковим еквівалентом двійкового числа 10010101?

- 192
- 157
- 149
- 168

9. Виберіть десятковий еквівалент шістнадцяткового числа 0x3F.

- 87
- 77
- 63
- 93

10. Який варіант у десятковому форматі з точками-розділювачами відповідає двійковій IPv4-адресі 00001010.01100100.00010101.00000001?

100.21.10.1

10.10.20.1

10.100.21.1

100.10.11.1

11. Виберіть десятковий еквівалент числа 0xС9.

200

199

201

185

12. Виберіть число, яке записано в шістнадцятковій системі числення?

h

j

g

f

13. Виберіть бінарне представлення числа 0xCA.

- 11001010
- 11001010
- 11010101
- 10111010

14. Скільки бітів в IPv4-адресі?

- 128
- 256
- 64
- 32

Контрольна робота з розділу - Системи числення

1. Виберіть двійкове представлення для десяткового числа 173.

Тема 5.1.0 - десяткове число $173 = 128 + 0 + 32 + 0 + 8 + 4 + 0 + 1$

- 10110101
- 10101101
- 10100111
- 10100101

2. Задано двійкову адресу 11101100 00010001 00001100 00001010. Виберіть правильний варіант її представлення в десятковому форматі з точками-розділювачами.

Тема 5.1.0 - Двійкове число 11101100 00010001 00001100 00001010 можна представити як 236.17.12.10.

- 236.17.12.6
- 234.17.10.9
- 234.16.12.10
- 236.17.12.10

3. Скільки бітів в IPv6-адресі?

✔ Тема 5.2.0 - Адресний простір IPv4 вичерпується через швидке зростання Інтернету та кількості пристроїв, підключених до нього. IPv6 розширює простір IP-адрес за рахунок збільшення довжини адреси з 32 до 128 біт.

- 256
- 32
- 48
- 128
- 64

4. Виберіть двійковий еквівалент десяткового числа 232.

✔ Тема 5.1.0 - 232 в двійковій системі числення - 11101000.
 $128+64+32+8 = 232$

- 11101000
- 10011000
- 11000110
- 11110010

5. Які два твердження є вірними щодо адрес IPv4 і IPv6? (Виберіть два.)

✔ Тема 5.2.0 - IPv4-адреси представляються у десятковому форматі з точками-розділювачами і мають довжину 32 біти. Адреси IPv6 представлені шістнадцятковими числами і мають довжину 128 біт.

- IPv6 -адреси мають довжину 32 біти.
- IPv6-адреси представлені шістнадцятковими числами.
- IPv4 -адреси мають довжину 32 біти.
- Адреси IPv4 мають довжину 128 біт.
- Адреси IPv6 мають довжину 64 біти.
- IPv4-адреси представлені шістнадцятковими числами.

6. Який формат IPv4-адреси був створений для зручності використання людьми і виглядає як 201.192.1.14?

✓ Тема 5.1.0 - Для зручності використання людьми двійкові адреси представляються у десятковому форматі з точками-розділювачами. Комп'ютерні системи створені таким чином, що розуміють двійкову адресацію.

- шістнадцятковий
- ASCII
- двійковий
- десятковий формат з крапками-розділювачами

7. Який варіант у десятковому форматі з точками-розділювачами відповідає IPv4-адресі 11001011.00000000.01110001.11010011?

✓ Тема 5.1.0 - Кожна частина адреси (октет) містить вісім двійкових цифр. Кожна цифра має вагу (128, 64, 32, 16, 8, 4, 2 і 1). Для кожної позиції, де стоїть 1, ця вага має вклад до значення числа. Якщо додати всі ваги, що вносять свій вклад в значення числа, отримаємо число в десятковій системі числення. Наприклад, двійкове число 11001011 має еквівалент 203 у десятковій системі числення.

- 192.0.2.199
- 203.0.113.211
- 209.165.201.223
- 198.51.100.201

8. Що є десятковим еквівалентом двійкового числа 10010101?

✓ Тема 5.1.0 - Двійкове число 10010101 перетворюється на 149 в десятковій системі числення. $128+16+4+1 = 149$

- 192
- 157
- 149
- 168

9. Виберіть десятковий еквівалент шістнадцяткового числа 0x3F.

✓ Тема 5.2.0 - Шістнадцятковому числу 0x3F відповідає 63 в десятковій системі числення. $(3 \cdot 16) + (15 \cdot 1) = 63$

- 87
- 77
- 63
- 93

10. Який варіант у десятковому форматі з точками-розділювачами відповідає двійковій IPv4-адресі 00001010.01100100.00010101.00000001?

✓ Тема 5.1.0 - Перетворення двійкової адреси 00001010.01100100.00010101.00000001 у формат десятковий з точками-розділювачами дає 10.100.21.1

- 100.21.10.1
- 10.10.20.1
- 10.100.21.1
- 100.10.11.1

11. Виберіть десятковий еквівалент числа 0xC9.

✓ Тема 5.2.0 - 0x розглядається як шістнадцяткове число. Конвертуємо кожен символ у відповідний нібл (половина байту). Потім з'єднайте нібли між собою і обчисліть отриманий десятковий еквівалент. С відповідає значенню 12. $12 \times 16 = 192$. $192 + 9 = 201$.

- 200
- 199
- 201
- 185

12. Виберіть число, яке записано в шістнадцятковій системі числення?

✔ Тема 5.2.0 - Шістнадцяткові цифри
0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,a,b,c,d,e,f. Шістнадцятковому числу 0
відповідає 0 в десятковій системі числення і 0000 у двійковій.
Шістнадцяткове число f дорівнює 15 у десятковій системі
числення.

- h
 j
 g
 f

13. Виберіть бінарне представлення числа 0xCA.

✔ Тема 5.2.0 - При перетворенні шістнадцяткового числа CA
отримуємо його двійковий еквівалент 11001010. Один із способів
перетворення - по одному нібблу за раз, C = 1100 і A = 1010.
Комбінація цих двох нібблів дає 11001010.

- 11001010
 11001010
 11010101
 10111010

14. Скільки бітів в IPv4-адресі?

✔ Тема 5.1.0 - IPv4-адреса складається з 4 октетів двійкових
цифр, кожен з октетів складається з 8 біт, в результаті отримуємо
32-бітну адресу.

- 128
 256
 64
 32