

Nombre: Kristian Mendoza

Fecha: 11/04/2023

Curso: Redes

NRC: 4005

Homework 002

Answer the following questions.

- 1) Let A and B be two stations attempting to transmit on an Ethernet. Each has a steady queue of frames ready to send; A's frames will be numbered A1, A2, and so on, and B's similarly. Let $T = 51.2\mu s$ be the exponential backoff base unit. Suppose A and B simultaneously attempt to send frame 1, collide, and happen to choose backoff times of $0 \times T$ and $1 \times T$, respectively, meaning A wins the race and transmits A1 while B waits. At the end of this transmission, B will attempt to retransmit B1 while A will attempt to transmit A2. These first attempts will collide, but now A backs off for either $0 \times T$ or $1 \times T$, while B backs off for time equal to one of $0 \times T, \dots, 3 \times T$.
- a) Give the probability that A wins this second backoff race immediately after this first collision; that is A's first choice of backoff time $k \times 51.2$ is less than B's.

Para calcular la probabilidad, primero se debe establecer que el evento que se quiere comprobar es cuando $k_A < k_B$ para $k=0,1,2,3$.

Los casos posibles son:

$$k_A = 0 \text{ y } k_B = 1 \text{ o } 2 \text{ o } 3$$

$$k_A = 1 \text{ y } k_B = 2 \text{ o } 3$$

Tenemos que k_A solo puede escoger entre los valores 0 y 1. Entonces cada valor tiene una probabilidad de 50% de ser escogido. Mientras con k_B que puede escoger entre 0,1,2,3.

Cada uno tiene una probabilidad de 25% de ser escogido.

Entonces, la probabilidad de que $k_A < k_B$ para $k=0,1,2,3$. Es:

$$P[k_A < k_B] = P[k_A = 0 \text{ y } k_B > 0] \text{ ó } P[k_A = 1 \text{ y } k_B > 1]$$

Ya que el caso de que $k_A = 0$ tiene probabilidad del $1/2$ y de que $k_B > 0$ es igual a que

$k_B = 1 + k_B = 2 + k_B = 3$. Y ya que cada evento tiene la probabilidad de $1/4$

entonces $P[k_B > 0] = 3 * 1/4$. Por lo que esto es

$$P[k_A = 0 \text{ y } k_B > 0] = \frac{1}{2} * \frac{3}{4} = \frac{3}{8}$$

Y haciendo un análisis similar para $P[k_A = 1 \text{ y } k_B > 1]$ se obtiene que

$$P[k_A = 1 \text{ y } k_B > 1] = \frac{1}{2} * \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$$

Entonces

$$P[k_A < k_B] = P[k_A = 0 \text{ y } k_B > 0] \text{ ó } P[k_A = 1 \text{ y } k_B > 1]$$

$$= P[k_A = 0 \text{ y } k_B > 0] + P[k_A = 1 \text{ y } k_B > 1]$$

$$= \frac{3}{8} + \frac{1}{4}$$

$$= \frac{5}{8}$$

$$= 0.625$$

Por lo que la probabilidad de que A vuelva a ganar es de 62.5%

- b) Suppose A wins this second backoff race. A transmits A3, and when it is finished, A and B collide again as A tries to transmit A4 and B tries once more to transmit B1. Give the probability that A wins this third backoff race immediately after the first collision.

Siguiendo el mismo proceso de pensamiento del literal B vamos a tener que encontrar

$$P[k_A < k_B] = P[k_A = 0 \text{ y } k_B > 0] + P[k_A = 1 \text{ y } k_B > 1]$$

Con el cambio de que k_B está en rango de 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y cada uno tiene una probabilidad de 1/8 de ser escogido.

Entonces para $P[k_A = 0 \text{ y } k_B > 0]$ se tiene que

$$\begin{aligned} P[k_A = 0 \text{ y } k_B > 0] &= \frac{1}{2} * \frac{7}{8} \\ &= \frac{7}{16} \\ &= 0.4375 \end{aligned}$$

Entonces para $P[k_A = 1 \text{ y } k_B > 1]$ se tiene que

$$\begin{aligned} P[k_A = 1 \text{ y } k_B > 1] &= \frac{1}{2} * \frac{6}{8} \\ &= \frac{6}{16} \\ &= 0.375 \end{aligned}$$

Por lo tanto

$$\begin{aligned} P[k_A < k_B] &= \frac{7}{16} + \frac{6}{16} \\ &= \frac{13}{16} \\ &= 0.8125 \end{aligned}$$

Así que la probabilidad es del 81,25%

- c) Give a reasonable lower bound for the probability that A wins all the remaining backoff races.

Para generalizar para el resto de las colisiones se debe tener en cuenta que hasta la 10ma colisión se aumenta el tiempo del backoff. Y la última colisión que se permite es la número 16.

Ahora para generalizar tenemos que para la colisión i la probabilidad de que gane A es:

$$\begin{aligned}
 P[k_A < k_B] &= P[k_A = 0 \text{ y } k_B > 0] + P[k_A = 1 \text{ y } k_B > 1] \\
 &= \frac{1}{2} * \left(1 - \frac{1}{2^i}\right) + \frac{1}{2} * \left(1 - \frac{2}{2^i}\right) \\
 &= \frac{1}{2} * \left(1 - \frac{1}{2^i} + 1 - \frac{2}{2^i}\right) \\
 &= \frac{1}{2} * \left(\frac{2^i - 1 + 2^i - 2}{2^i}\right) \\
 &= \frac{1}{2} * \left(\frac{2 * 2^i - 3}{2^i}\right) \\
 &= \frac{2^{i+1} - 3}{2^{i+1}}
 \end{aligned}$$

Entonces:

$$P[k_A < k_B] = \frac{2^{i+1} - 3}{2^{i+1}}$$

Y ya que cada una de las colisiones es independiente de las otras

$$P[A \text{ gana en el resto de colisiones}] =$$

$$= \prod_{i=3}^9 \frac{2^{i+1} - 3}{2^{i+1}} * \prod_{i=10}^{16} \frac{2^{11} - 3}{2^{11}}$$

- d) What then happens to the frame B1? This scenario is known as the Ethernet capture effect.

Según lo investigado, después de 16 colisiones seguidas, el frame B1 es descartado. Por lo que se envía el frame B2

- 2) Suppose Ethernet physical addresses are chosen at random (using true random bits).

- a) What is the probability that on a 1024-host network, two addresses will be the same?

Las Ethernet physical addresses son en realidad las MAC addresses. Entonces tenemos que son 6 bytes. Lo que significa que hay 2^{48} posibles addresses.

Podemos calcular las probabilidades con el inverso:

$$P[2 \text{ Addresses iguales}] = 1 - P[\text{No hay 2 Addresses iguales}]$$

Se puede establecer que el primer host tiene 2^{48} posibles addresses, el segundo tiene $2^{48} - 1$ posibles addresses, el tercero tiene $2^{48} - 2$ posibles addresses, hasta que el host 1024 tiene $2^{48} - 1023$ posibles addresses. Además, estos eventos son independientes entre sí

Así que: $P[\text{No hay 2 Addresses iguales}] =$

$$= (2^{48} - 1)(2^{48} - 2) \dots (2^{48} - 1023)$$

Lo que es equivalente a:

$$= \left(1 - \frac{1}{2^{48}}\right) \left(1 - \frac{2}{2^{48}}\right) \dots \left(1 - \frac{1203}{2^{48}}\right)$$

Entonces

$$P[2 \text{ Addresses iguales}] = 1 - P[\text{No hay 2 Addresses iguales}]$$

$$P[2 \text{ Addresses iguales}] = 1 - P[\text{No hay 2 Addresses iguales}]$$

$$P[2 \text{ Addresses iguales}] = 1 - \left(1 - \frac{1}{2^{48}}\right) \left(1 - \frac{2}{2^{48}}\right) \dots \left(1 - \frac{1203}{2^{48}}\right)$$

Ahora, basándonos en el problema del cumpleaños, para un n relativamente pequeño se puede hacer la siguiente aproximación:

Para un n pequeño como 1023

$$1 - \left(1 - \frac{1}{2^{48}}\right) \left(1 - \frac{2}{2^{48}}\right) \dots \left(1 - \frac{1203}{2^{48}}\right) \approx \frac{1 + 2 + 3 + \dots + 1023}{2^{48}}$$

Y la sumatoria de 1 hasta 1023 puede ser conseguida con la siguiente sumatoria:

$$1 + 2 + \dots + 1023 = \sum_{i=1}^{1023} i = \frac{1023(1024)}{2}$$

Entonces:

$$P[2 \text{ Addresses iguales}] \approx \frac{1023(1024)}{2} * \frac{1}{2^{48}}$$

$$P[2 \text{ Addresses iguales}] \approx 1.86 \times 10^{-9}$$

- b) What is the probability that the above event will occur on some one or more of 2^{20} networks?

La probabilidad de que suceda esto en una o más redes de 2^{20} disponibles se puede calcular con el inverso. ¿Qué probabilidad hay que en ninguna red se repita?

Se necesita la probabilidad de que no se repitan las Addresses en una sola network

$$\begin{aligned}P[\text{No hay 2 Addresses iguales}] &= 1 - P[2 \text{ Addresses iguales}] \\&= 1 - (1.86 \times 10^{-9})\end{aligned}$$

Ahora para las 2^{20} , la probabilidad es independiente, entonces tenemos que:

$$P[\text{No hay 2 Addresses iguales en } 2^{20} \text{ redes}] = (1 - (1.86 \times 10^{-9}))^{2^{20}}$$

Y con el inverso obtenemos que:

$$\begin{aligned}P[\text{No hay 2 Addresses iguales en } 2^{20} \text{ redes}] \\&= 1 - P[\text{Se repiten addresses en una o mas red}]\end{aligned}$$

Entonces

$$\begin{aligned}P[\text{Se repiten addresses en una o mas red}] \\&= 1 - [\text{No hay 2 Addresses iguales en } 2^{20} \text{ redes}] \\&= 1 - (1 - (1.86 \times 10^{-9}))^{2^{20}}\end{aligned}$$

- c) What is the probability that of the 2^{30} hosts in all the network of (b), some pair has the same address? Hint: Check the Birthday Problem

Por cada una de las redes la probabilidad de que se repitan addresses es de

(1.86×10^{-9}) . Para que se repitan en las 2^{20} se tiene que son eventos independientes, entonces:

$$P[\text{Se repiten addresses en todas las redes}] = (1.86 \times 10^{-9})^{2^{30}}$$

- 3) Why might a mesh topology be superior to a base station topology for communications in a natural disaster?

Al pasar un desastre natural, puede que la topología mesh sea más resiliente a los devastadores efectos que pueden suceder en una topología de estación base. Ya que en la topología mesh los dispositivos que están en rango pueden establecer conexión y así ampliar

la red con más dispositivos, no tiene el problema de que en la topología de estación base de que, si se rompe la conexión del punto de acceso con la red, los dispositivos ya no pueden conectarse entre ellos.

La desventaja de la topología mesh, es que se necesitaría que los dispositivos que están conectados tengan un hardware y software especial, lo que llevaría a que haya un consumo de energía considerable en dispositivos que son basados en baterías. Entonces este tipo de topología traería consigo una duración limitada ya que los dispositivos conectados no tienen manera de recargar la batería en medio de un desastre natural.

- 4) Suppose an IP packet is fragmented into 10 fragments, each with a 1% (independent) probability of loss. To a reasonable approximation, this means there is a 10% chance of losing the whole packet due to loss of a fragment. What is the probability of net loss of the whole packet if the packet is transmitted twice.
- a) Assuming all fragments received must have been part of the same transmission?

Si todos los fragmentos deben ser parte de la misma transmisión, se debe considerar la probabilidad de 10% de posibilidad de pérdida por paquete. Además, se considera que la pérdida de estos paquetes es independiente.

Entonces,

$$\begin{aligned} P[\text{perder paquete de la red}] \\ &= P[\text{perder paquete en transmisión 1}] \\ &\quad * P[\text{perder paquete en transmisión 2}] \end{aligned}$$

$$= 0.1 * 0.1$$

$$= 0.01$$

Entonces hay un 1% de probabilidad de perder ambos paquetes si todos los fragmentos deben ser de la misma transmisión.

b) Assuming any given fragment may have been part of either transmission?

Si deben ser cualquier fragmento de cada una de las transmisiones se debe entender que se perdería por completo el paquete si en ambas transmisiones se perdieran el mismo fragmento.

Hay 10 fragmentos en cada transmisión, por lo cual hay $\frac{1}{10}$ de probabilidad de escoger cada fragmento. Cada fragmento como tal tiene $\frac{1}{100}$ de probabilidad de perderse.

Ahora, para que justo se escojan los mismos fragmentos en cada transmisión tenemos eventos independientes:

$$P[\textit{perder paquete}]$$

$$= P[\textit{perder fragmento especiiifico en transmision 1}]$$

$$* P[\textit{perder fragmento especiiifico en transmision 2}]$$

$$= \left(\frac{1}{10} * \frac{1}{100}\right) * \left(\frac{1}{10} * \frac{1}{100}\right)$$

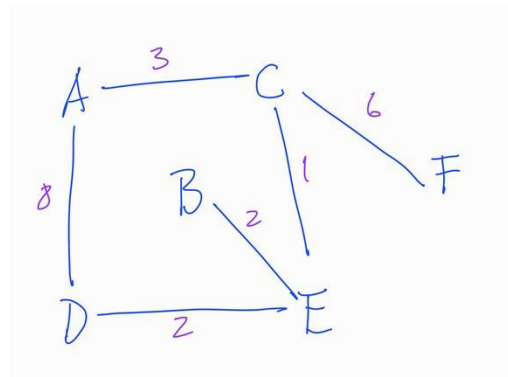
$$= \frac{1}{10^6} = 1 \times 10^{-6}$$

c) Explain how use of the ident field might be applicable here.

El ident puede ser utilizado para que, al llegar todos los fragmentos al destinatario, se realice una comparación para saber de a qué transmisión pertenecen.

5) For the network given in the figure below, give the datagram forwarding table for each node.

The links are labeled with relative costs; your tables should forward each packet via the lowestcost path to its destination.



Nodo A

Destination	Next Hop	Cost
B	C	6
C	C	3
D	C	6
E	C	4
F	C	9

Nodo B

Destination	Next Hop	Cost
A	E	6
C	E	3
D	E	4
E	E	2
F	E	9

Nodo C

Destination	Next Hop	Cost
A	A	3
B	E	3
D	E	3
E	E	1
F	F	6

Nodo D

Destination	Next Hop	Cost
A	E	6
B	E	4
C	E	3
E	E	2
F	E	9

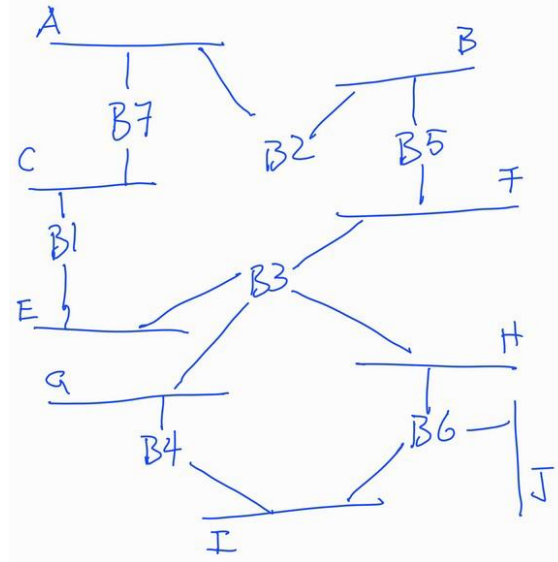
Nodo E

Destination	Next Hop	Cost
A	C	4
B	B	2
C	C	1
D	D	2
F	C	7

Nodo F

Destination	Next Hop	Cost
A	C	9
B	C	9
C	C	6
E	C	7
D	C	9

- 6) Given the extended LAN shown in the figure below, indicate which posts are not selected by the spanning tree algorithm.



Se debe tener en cuenta los pasos del Spanning tree. Entonces, de los nodos Bridges se esoge el que tiene el ID menor. Por lo tanto, el Nodo “root” va a ser **B1**.

Ahora se recorre el camino más corto desde cada nodo LAN hasta el nodo “root”. Lo que nos da la siguiente lista:

Los caminos mas cortos de cada nodo LAN al nodo raiz son:

```

{'A': [['A', 'B7', 'C', 'B1']],
'B': [['B', 'B2', 'A', 'B7', 'C', 'B1'], ['B', 'B5', 'F', 'B3', 'E', 'B1']],
'C': [['C', 'B1']],
'E': [['E', 'B1']],
'F': [['F', 'B3', 'E', 'B1']],
'G': [['G', 'B3', 'E', 'B1']],
'H': [['H', 'B3', 'E', 'B1']],
'I': [['I', 'B4', 'G', 'B3', 'E', 'B1'], ['I', 'B6', 'H', 'B3', 'E', 'B1']],
'J': [['J', 'B6', 'H', 'B3', 'E', 'B1']]

```

Ahora se escoge los caminos que tengan los nodos Bridges con ID mas pequeños:

El camino mas corto de cada nodo LAN al nodo raiz es:

```
{'A': ['A', 'B7', 'C', 'B1'],  
'B': ['B', 'B2', 'A', 'B7', 'C', 'B1'],  
'C': ['C', 'B1'],  
'E': ['E', 'B1'],  
'F': ['F', 'B3', 'E', 'B1'],  
'G': ['G', 'B3', 'E', 'B1'],  
'H': ['H', 'B3', 'E', 'B1'],  
'I': ['I', 'B4', 'G', 'B3', 'E', 'B1'],  
'J': ['J', 'B6', 'H', 'B3', 'E', 'B1']}
```

Revisando esta lista se puede encontrar que el nodo Bridge **B5** no se encuentra en ningún camino corto. Por lo tanto, según el Spanning Tree Algorithm, este nodo no es utilizado y se retira de la red el Bridge **B5**.

- 7) Use the Unix tool traceroute (Windows tracert) to determine how many hops it is from your host to other hosts in the internet (usfq.edu.ec, google.com, amazon.com, etc). How many routers do you traverse to get out of your local site? Read the documentation of this tool and explain how it is implemented.

En las pruebas que realicé me tomó 10 hops para llegar a usfq.edu.ec (192.188.53.214) Y un solo hop para salir del sitio local. Para Google me tomó 9 hops para llegar a 2800:3f0:4005:40c::200e y uno para salir del sitio local.

tracert en Windows funciona enviando ecos de ICMP (Internet Control Message Protocol) o mensajes ICMPv6 (IPv6) para determinar la ruta al destinatario que se ingresó en el comando, incrementando el valor del tiempo de vida (TTL). Cada router que está en el

camino se encarga de decrementar el TTL del paquete antes de hacerle forwarding. Cuando el TTL de un paquete llega a 0, el router se encarga de regresar un mensaje de tiempo excedido del ICMP a la computadora de origen.

El comando envía el primero mensaje de ICMP con un TTL de 1 que incrementa de uno en uno en cada transmisión hasta que el objetivo responda o se alcance el máximo número de saltos, el cual es 30 por defecto.

La ruta se determina mediante los mensajes de tiempo excedido de los routers intermedios y el eco de la respuesta del destinatario. Sin embargo, hay routers que no devuelven estos mensajes y por lo tanto en consola se observa una línea de asteriscos para ese salto.

El path que se despliega es una lista de interfaces de routers que son las más cercanas al enviar los paquetes.

```
C:\Users\saidm>tracert usfq.edu.ec

Tracing route to usfq.edu.ec [192.188.53.110]
over a maximum of 30 hops:

  1  <1 ms    <1 ms    <1 ms    gpon.net [192.168.1.1]
  2  4 ms     3 ms     3 ms     10.29.0.1 [10.29.0.1]
  3  3 ms     3 ms     3 ms     186.252.152.190.static.anycast.cnt-grms.ec [190.152.252.186]
  4  4 ms     3 ms     3 ms     185.252.152.190.static.anycast.cnt-grms.ec [190.152.252.185]
  5  5 ms     4 ms     4 ms     10.9.11.10 [10.9.11.10]
  6  4 ms     4 ms     5 ms     cedia-uio.nap.ec [200.1.6.13]
  7  *         *         *         Request timed out.
  8  *         *         *         Request timed out.
  9  *         *         *         Request timed out.
 10  5 ms     4 ms     4 ms     192.188.53.214
```

- 8) An ISP with a class B address is working with a new company to allocate a portion of address space based on CIDR. The new company needs IP addresses for machines in three

divisions of its corporate network: Engineering, Marketing, and Sales. These divisions plan to grow as follows: Engineering has 5 machines as of the start of year 1 and intends to add 1 machine every week; Marketing will never need more than 16 machines; and Sales needs 1 machine for every two clients. As of the start of year 1, the company has no clients, but the sales model indicates that by the start of year 2, the company will have six clients and each week thereafter gets one new client with probability 60%, loses one client with probability 20%, or maintains the same number with probability 20%.

- a) What address range would be required to support the company's growth plans for at least seven years if marketing uses all 16 of its addresses and the sales and engineering plans behave as expected?

Calculemos la demanda de máquinas por cada departamento:

Ingeniería:

Se tienen 5 máquinas al inicio. Además, cada semana van a añadir una máquina nueva.

En un año hay 52 semanas, entonces por año se añaden 52 máquinas. Si se tienen 7 años, el cálculo da en total:

$$5 + (7 * 52) = 369$$

Entonces la demanda de ingeniería en 7 años es de 369 máquinas y de 369 ip addresses.

Marketing:

Este departamento tiene 16 máquinas al inicio y no se piensa adicionar ninguna más, entonces queda que:

La demanda de marketing en 7 años es de 16 máquinas y de 16 ip addresses.

Ventas:

Durante el primer año no se van a tener clientes, pero al inicio del segundo año se van a tener 6 clientes al inicio. Y debo conseguir la probabilidad de cuantos nuevos clientes podría tener cada semana. Si tengo 60% de que entre un nuevo cliente y 20% de que alguno se vaya, se puede concluir que puedo ganar un cliente con el $60-20=40\%$ de probabilidad. No se toma en cuenta que puede que se quede en el mismo estado ya que lo que nos interesa es el máximo de clientes que podríamos tener.

Entonces para la cantidad de clientes se tendría, los 6 del inicio y los que puedan entrar en los 6 años restantes, lo cual es 40% de probabilidad por 52 semanas por 6 años:

$$Num\ clientes = 6 + (0.40 * 52 * 6) = 130.8$$

Lo cual se redondea a 131.

Si por cada dos clientes se tiene una máquina:

$$Num\ máquinas = \frac{131}{2} = 65.5 \approx 66$$

La demanda de ventas en 7 años es de 66 máquinas y de 66 ip addresses.

Ahora sumando todos los números de IP necesarios tenemos que;

$$Ips\ necesarias = 369 + 16 + 66 = 451$$

Se necesitaría una subnet que tenga más de 451 IPs disponibles. En potencias de 2 esto sería igual a $2^9 = 512$ addresses.

- b) How long would this address assignment last? At the time when the company runs out of address space, how would the addresses be assigned to the three groups?

Nos quedan disponibles $512-451 = 61$ adresses.

Entonces si tenemos en cuenta que por semana se añade una máquina en ingeniería y que en ventas ganan un cliente con probabilidad de 40% por semana.

Un cálculo rápido nos muestra que en 10 semanas tendríamos asegurados 4 clientes nuevos. Entonces cada 10 semanas se añadirían 2 máquinas por parte de ventas, mientras que en ingeniería serían 10 máquinas, lo que nos da 12 máquinas cada 10 semanas.

Entonces

$$\text{Núm de periodos de 10 semanas libres} = \frac{61}{12} \approx 5$$

Pasados los 7 años, en 50 semanas se acabarían las addresses.

Teniendo que habría 50 máquinas nuevas en ingeniería y 10 nuevas en ventas.

Y quedarían distribuidos como:

419 addresses para ingeniería, 16 para marketing y 76 para ventas.

- c) If CIDR addressing were not available for the 7-year plan, what options would the new company have in terms of getting address space?

Podría contratar 2 Dominios de clase C, ya que cada uno tiene 256 addresses disponibles, la suma me daría igual el valor de 512.

JasonGerend. (2023, 3 febrero). *tracert*. Microsoft Learn. <https://learn.microsoft.com/en-us/windows-server/administration/windows-commands/tracert>

Running a Traceroute. (s. f.). LexisNexis® Support Center.

https://support.lexisnexis.com/app/answers/answer_view/a_id/1088078/%7E/running-a-traceroute

Melander, B., & Bjorkman, M. (2000, mayo). *Impact of the Ethernet Capture Effect on Bandwidth Measurements*. Research Gate.

https://www.researchgate.net/publication/221198096_Impact_of_the_Ethernet_Capture_Effect_on_Bandwidth_Measurements