

A thick dark green vertical bar is positioned on the left side of the slide. A green arrow-shaped banner points to the right from this bar, containing the date. Below the banner, several thin, curved lines in dark green and light gray sweep upwards from the bottom left corner.

22-10-2021

# Multiplicación de matrices utilizando objetos distribuidos

Martínez Coronel Brayan Yosafat

Desarrollo de Sistemas Distribuidos

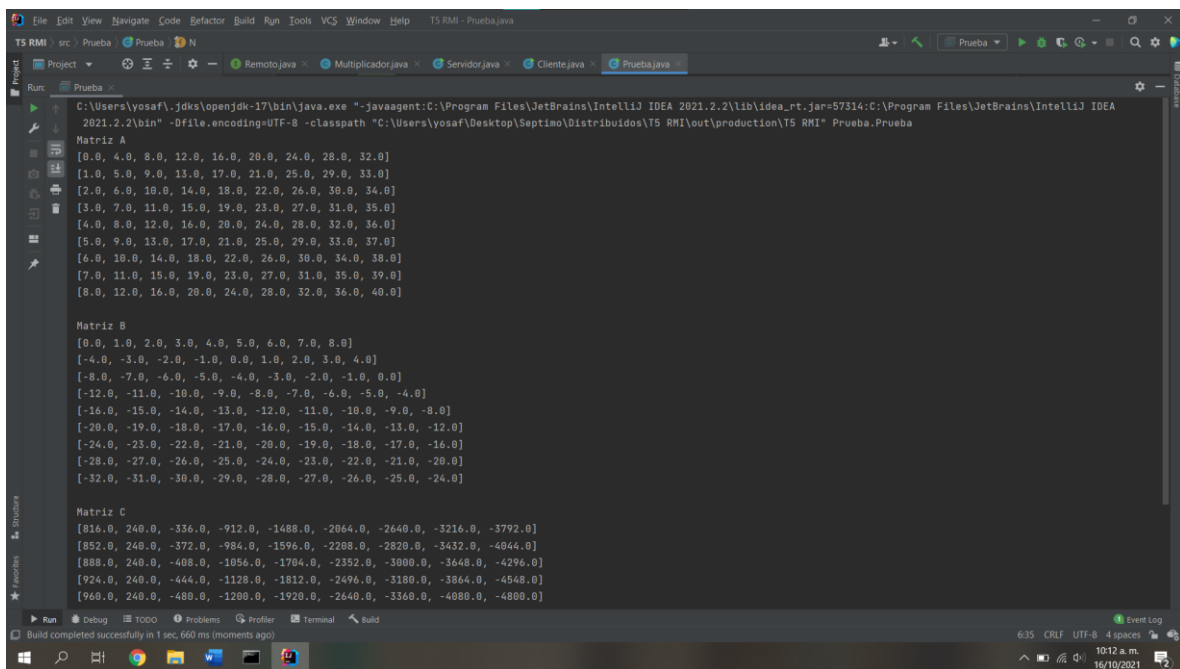
PINEDA GUERRERO CARLOS

Una solución en la parte de objetos distribuidos es RMI, Java en específico tiene una interfaz que cumple con la idea. Se crea la interfaz, una clase la implementa, dos computadoras tienen la interfaz, la que funciona como servidor tiene la clase que implementa la interfaz y el cliente usa métodos de forma remota. En cierta forma hace mucho más sencillas muchas cosas, por ejemplo, la interfaz ya nos dice qué tipo de datos se van a enviar, por lo que de forma interna se encarga de muchas cosas. Se retoma la idea de multiplicar matrices, dividir las, y multiplicarlas para obtener matrices pequeñas, con esto, al final, se juntan esos resultados y se obtiene la matriz mayor.

Al igual que dividir para simplificar el problema en la multiplicación, viene bien que se haga de la misma forma en su desarrollo. Primero se prueba de forma local sin RMI, pasar a tener RMI es muy sencillo, no habrá complicaciones, después de eso, se prueba en la nube con RMI.

## Solución local

Se nos ha dado funciones de gran utilidad entre las que hallamos una que dada una matriz retorna una división de ella. Otra que multiplica dos matrices usando renglones, y, por último, una que dada una matriz pequeña la copia en una matriz grande. Se nos solicita que se prueben los casos con  $N=9$  y  $N=3000$ , en el primero, se muestran las matrices A, B y C.

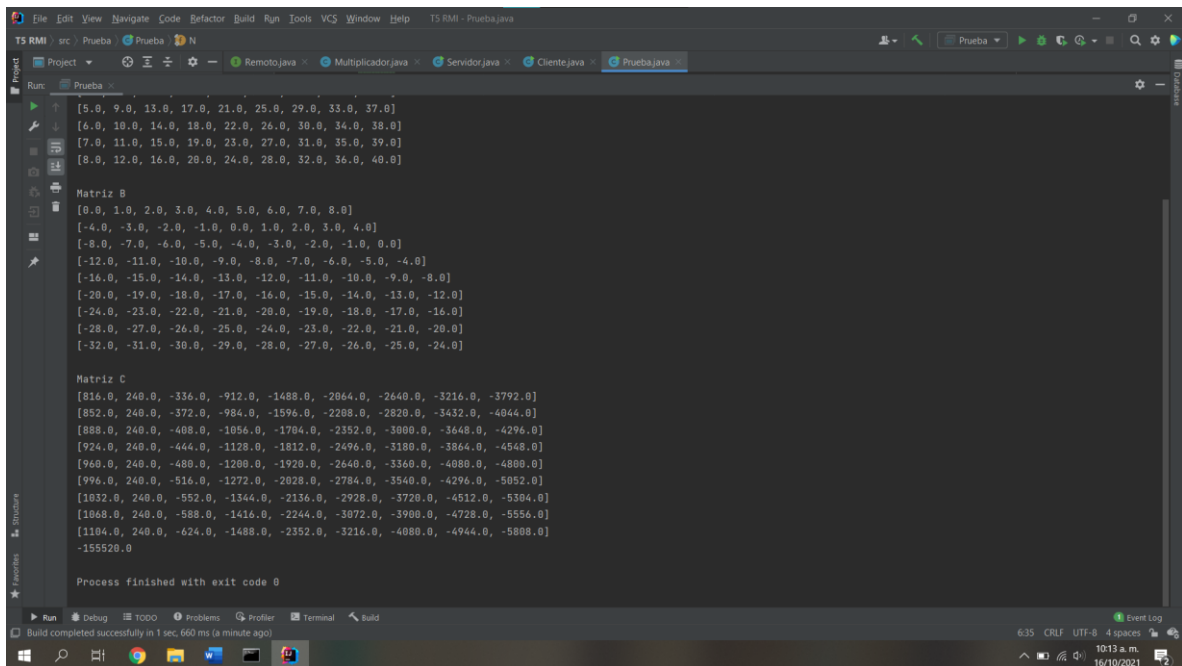


```
Run: Prueba
C:\Users\yosaf\jdk\openjdk-17\bin\java.exe -javaagent:C:\Program Files\JetBrains\IntelliJ IDEA 2021.2.2\lib\idea_rt.jar=57314:C:\Program Files\JetBrains\IntelliJ IDEA 2021.2.2\bin -Dfile.encoding=UTF-8 -classpath "C:\Users\yosaf\Desktop\Septimo\Distribuidos\TS RMI\out\production\TS RMI" Prueba.Prueba

Matriz A
[0.0, 4.0, 8.0, 12.0, 16.0, 20.0, 24.0, 28.0, 32.0]
[1.0, 5.0, 9.0, 13.0, 17.0, 21.0, 25.0, 29.0, 33.0]
[2.0, 6.0, 10.0, 14.0, 18.0, 22.0, 26.0, 30.0, 34.0]
[3.0, 7.0, 11.0, 15.0, 19.0, 23.0, 27.0, 31.0, 35.0]
[4.0, 8.0, 12.0, 16.0, 20.0, 24.0, 28.0, 32.0, 36.0]
[5.0, 9.0, 13.0, 17.0, 21.0, 25.0, 29.0, 33.0, 37.0]
[6.0, 10.0, 14.0, 18.0, 22.0, 26.0, 30.0, 34.0, 38.0]
[7.0, 11.0, 15.0, 19.0, 23.0, 27.0, 31.0, 35.0, 39.0]
[8.0, 12.0, 16.0, 20.0, 24.0, 28.0, 32.0, 36.0, 40.0]

Matriz B
[0.0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0]
[-4.0, -3.0, -2.0, -1.0, 0.0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0]
[-8.0, -7.0, -6.0, -5.0, -4.0, -3.0, -2.0, -1.0, 0.0]
[-12.0, -11.0, -10.0, -9.0, -8.0, -7.0, -6.0, -5.0, -4.0]
[-16.0, -15.0, -14.0, -13.0, -12.0, -11.0, -10.0, -9.0, -8.0]
[-20.0, -19.0, -18.0, -17.0, -16.0, -15.0, -14.0, -13.0, -12.0]
[-24.0, -23.0, -22.0, -21.0, -20.0, -19.0, -18.0, -17.0, -16.0]
[-28.0, -27.0, -26.0, -25.0, -24.0, -23.0, -22.0, -21.0, -20.0]
[-32.0, -31.0, -30.0, -29.0, -28.0, -27.0, -26.0, -25.0, -24.0]

Matriz C
[816.0, 240.0, -336.0, -912.0, -1488.0, -2064.0, -2640.0, -3216.0, -3792.0]
[852.0, 240.0, -372.0, -984.0, -1596.0, -2280.0, -2820.0, -3432.0, -4044.0]
[888.0, 240.0, -408.0, -1056.0, -1704.0, -2352.0, -2900.0, -3648.0, -4296.0]
[924.0, 240.0, -444.0, -1128.0, -1812.0, -2496.0, -3180.0, -3864.0, -4548.0]
[960.0, 240.0, -480.0, -1200.0, -1920.0, -2640.0, -3360.0, -4080.0, -4800.0]
```



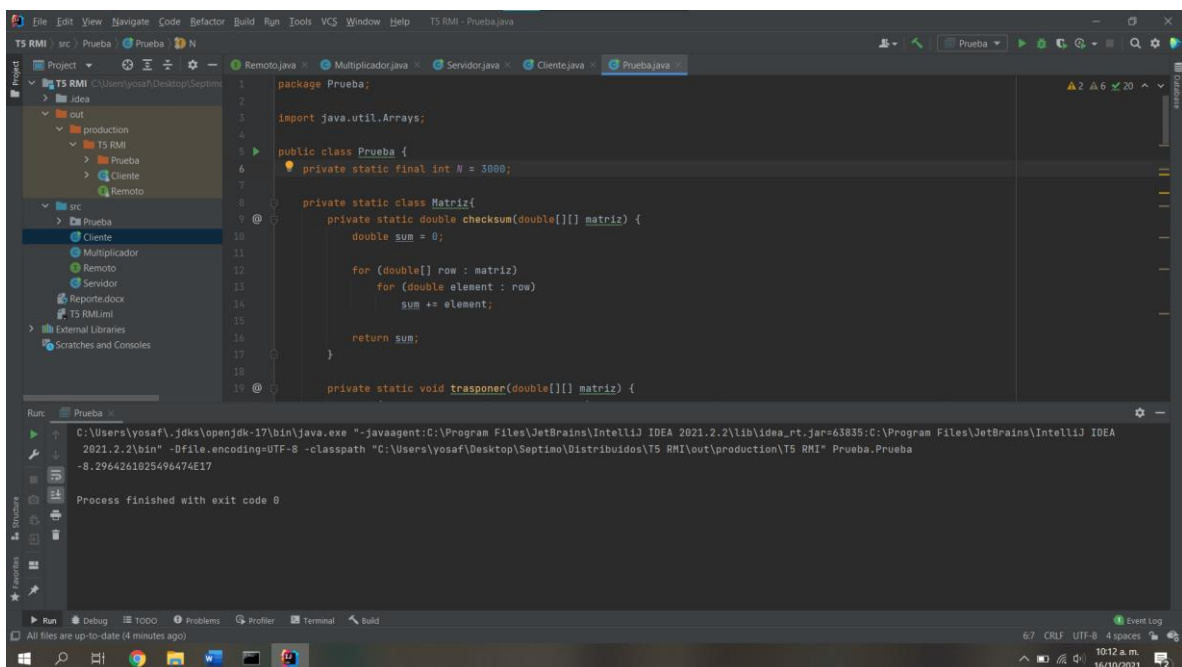
```
Run: Prueba
[5.0, 9.0, 13.0, 17.0, 21.0, 25.0, 29.0, 33.0, 37.0]
[6.0, 10.0, 14.0, 18.0, 22.0, 26.0, 30.0, 34.0, 38.0]
[7.0, 11.0, 15.0, 19.0, 23.0, 27.0, 31.0, 35.0, 39.0]
[8.0, 12.0, 16.0, 20.0, 24.0, 28.0, 32.0, 36.0, 40.0]

Matriz B
[0.0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0]
[-4.0, -3.0, -2.0, -1.0, 0.0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0]
[-8.0, -7.0, -6.0, -5.0, -4.0, -3.0, -2.0, -1.0, 0.0]
[-12.0, -11.0, -10.0, -9.0, -8.0, -7.0, -6.0, -5.0, -4.0]
[-16.0, -15.0, -14.0, -13.0, -12.0, -11.0, -10.0, -9.0, -8.0]
[-20.0, -19.0, -18.0, -17.0, -16.0, -15.0, -14.0, -13.0, -12.0]
[-24.0, -23.0, -22.0, -21.0, -20.0, -19.0, -18.0, -17.0, -16.0]
[-28.0, -27.0, -26.0, -25.0, -24.0, -23.0, -22.0, -21.0, -20.0]
[-32.0, -31.0, -30.0, -29.0, -28.0, -27.0, -26.0, -25.0, -24.0]

Matriz C
[816.0, 240.0, -336.0, -912.0, -1488.0, -2064.0, -2640.0, -3216.0, -3792.0]
[852.0, 240.0, -372.0, -984.0, -1596.0, -2208.0, -2820.0, -3432.0, -4044.0]
[888.0, 240.0, -408.0, -1056.0, -1704.0, -2352.0, -3000.0, -3648.0, -4296.0]
[924.0, 240.0, -444.0, -1128.0, -1812.0, -2496.0, -3180.0, -3864.0, -4548.0]
[960.0, 240.0, -480.0, -1200.0, -1920.0, -2640.0, -3360.0, -4080.0, -4800.0]
[996.0, 240.0, -516.0, -1272.0, -2028.0, -2784.0, -3540.0, -4296.0, -5052.0]
[1032.0, 240.0, -552.0, -1344.0, -2136.0, -2928.0, -3720.0, -4512.0, -5304.0]
[1068.0, 240.0, -588.0, -1416.0, -2244.0, -3072.0, -3900.0, -4728.0, -5556.0]
[1104.0, 240.0, -624.0, -1488.0, -2352.0, -3216.0, -4080.0, -4944.0, -5808.0]
-155520.0

Process finished with exit code 0
```

Capturas de Resultados de forma local sin RMI para N=9



```
package Prueba;

import java.util.Arrays;

public class Prueba {
    private static final int N = 3000;

    private static class Matriz {
        private static double checksum(double[][] matriz) {
            double sum = 0;
            for (double[] row : matriz)
                for (double element : row)
                    sum += element;
            return sum;
        }

        private static void trasponer(double[][] matriz) {

```

Resultado de forma local sin RMI para N=3000

Ahora solo tenemos que pasar el método que multiplica a una clase que implemente una interfaz que extienda la interfaz creada para RMI, como se aprecia en los archivos, Remoto, Multiplicador, Cliente y Servidor son la solución para lo que se nos solicita.

# Solución en la nube

Se nos pide crear cuatro nodos, es decir, máquinas virtuales llamadas de una forma específica. Se muestran las capturas de la creación de la primera máquina virtual.

The screenshot shows the 'Create a virtual machine' wizard in the Microsoft Azure portal, specifically the 'Project details' tab. The form is filled with the following information:

- Subscription:** Azure for Students
- Resource group:** (New) JR2019630143-0\_group
- Virtual machine name:** JR2019630143-0
- Region:** (US) East US
- Availability options:** No infrastructure redundancy required
- Image:** Ubuntu Server 18.04 LTS - Gen1
- Azure Spot instance:** ☐
- Size:** Standard\_B1s - 1 vcpu, 1 GiB memory (MX\$160.19/month)

At the bottom, there are navigation buttons: 'Review > create', '< Previous', and 'Next: Disks >'. The Windows taskbar at the bottom shows the time as 10:20 a.m. on 16/10/2021.

Nombre, sistema operativo y tamaño

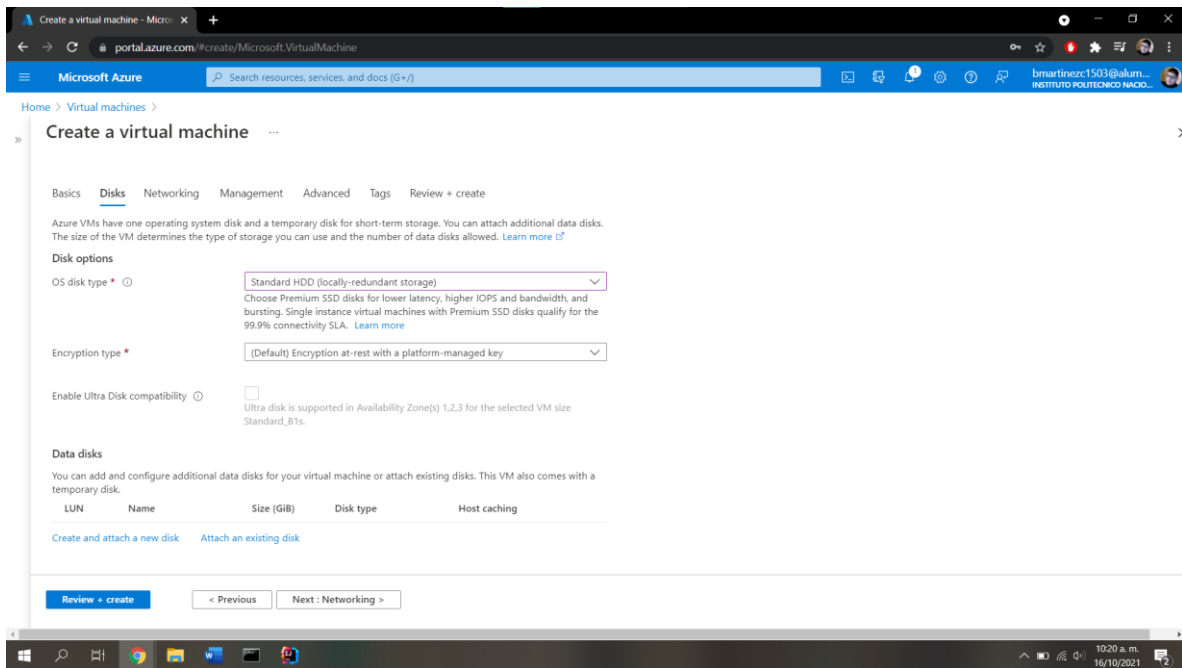
The screenshot shows the 'Create a virtual machine' wizard in the Microsoft Azure portal, specifically the 'Inbound port rules' tab. The form is filled with the following information:

- Authentication type:** Password (selected)
- Username:** usuario
- Password:** [Redacted]
- Confirm password:** [Redacted]
- Public inbound ports:** Allow selected ports (selected)
- Select inbound ports:** SSH (22)

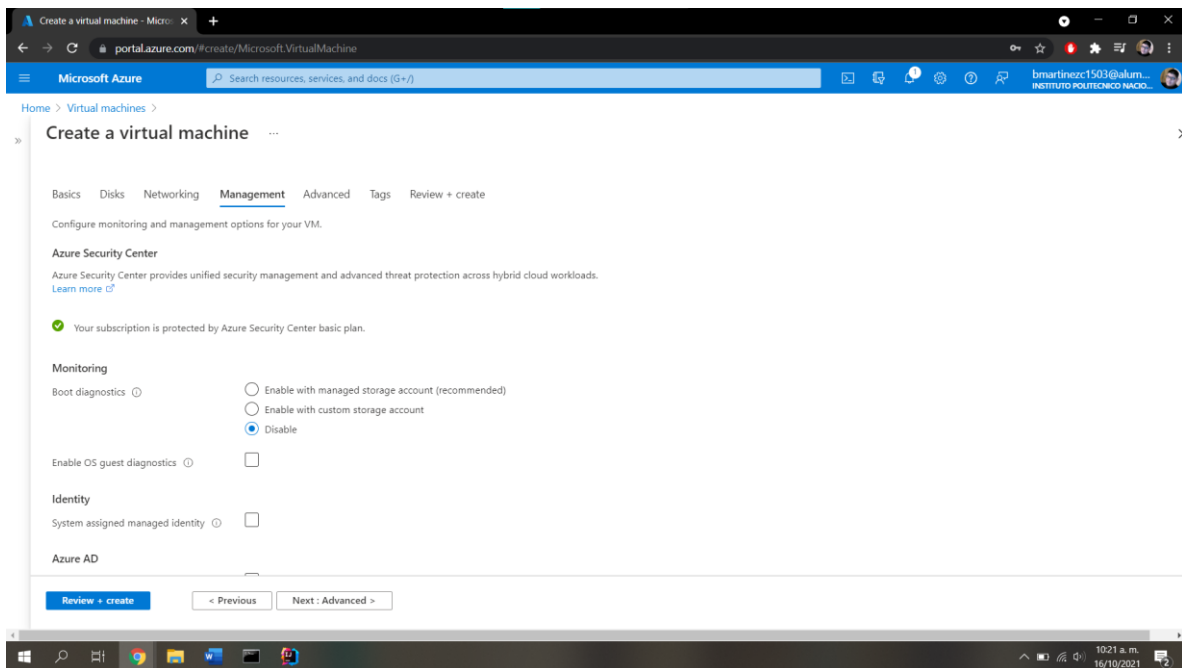
A warning message is displayed: 'This will allow all IP addresses to access your virtual machine. This is only recommended for testing. Use the Advanced controls in the Networking tab to create rules to limit inbound traffic to known IP addresses.'

At the bottom, there are navigation buttons: 'Review > create', '< Previous', and 'Next: Disks >'. The Windows taskbar at the bottom shows the time as 10:20 a.m. on 16/10/2021.

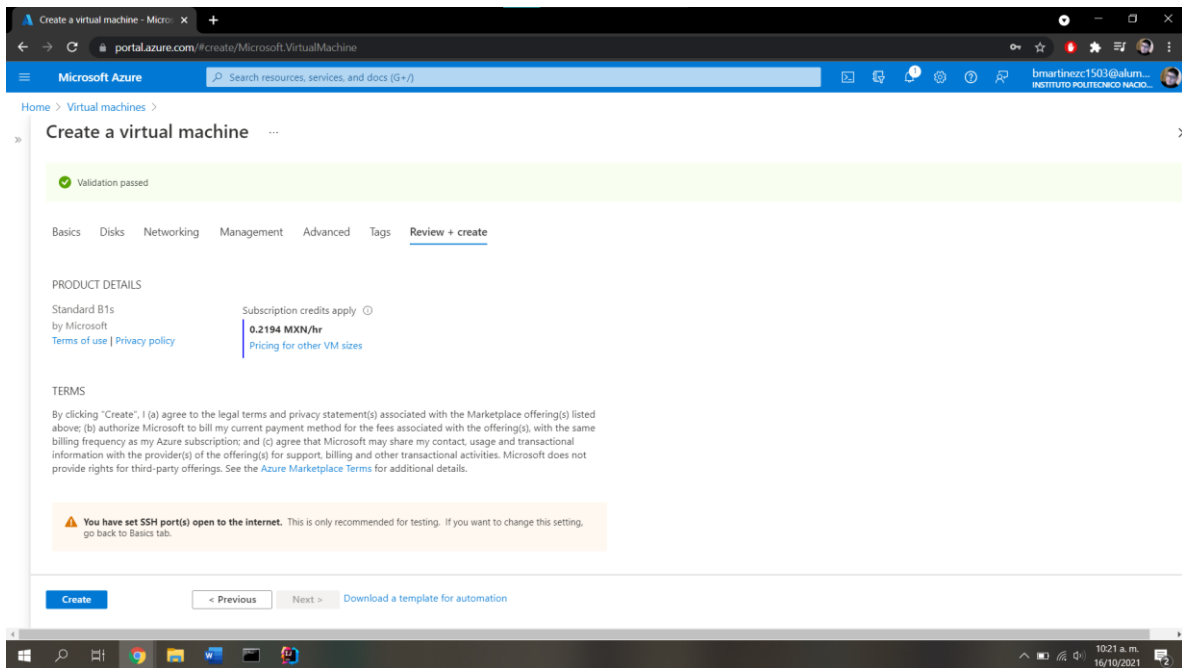
Puerto permitido, usuario y contraseña.



Disco

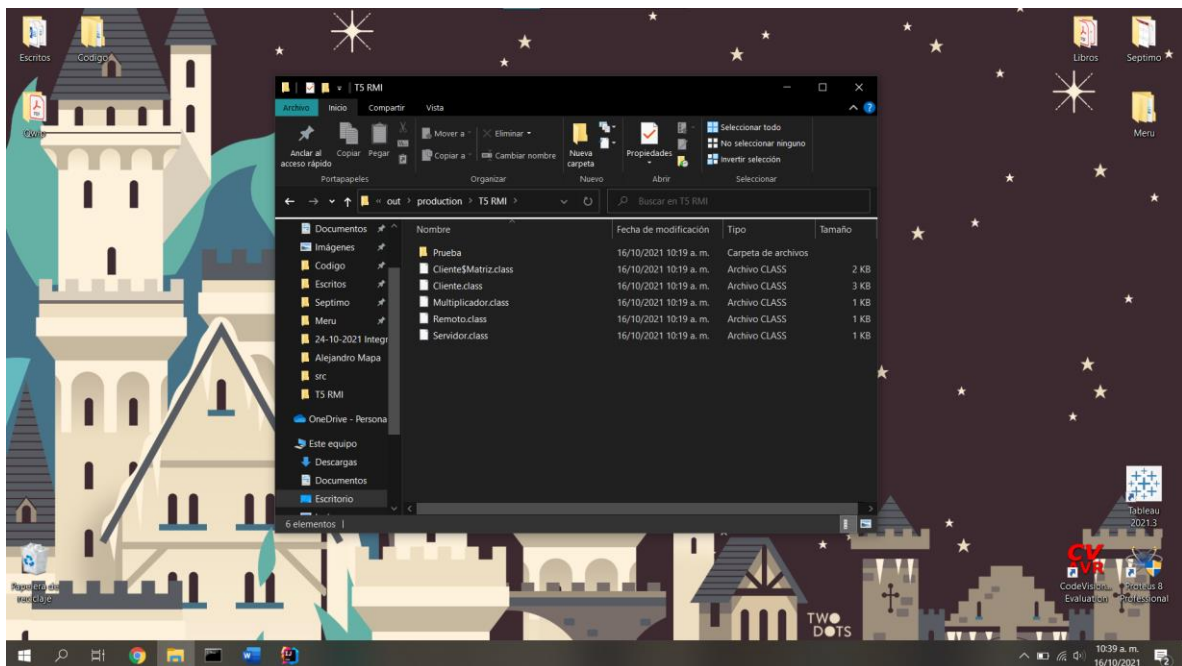


Exámenes diagnósticos al iniciar desactivados



Precio por hora de la máquina

Se repite el proceso otras 3 veces. Todas pertenecen al mismo grupo de recursos de Azure.



Archivos .class después de la compilación

```
Símbolo del sistema
C:\Users\yosaf\Desktop\Septimo\Distribuidos\T5 RMU\src>scp ./Multiplicador.java usuario@13.68.133.158:/home/usuario/out
usuario@13.68.133.158's password:
Multiplicador.java
100% 480 6.7KB/s 00:00

C:\Users\yosaf\Desktop\Septimo\Distribuidos\T5 RMU\src>scp ./Servidor.java usuario@13.68.133.158:/home/usuario/out
usuario@13.68.133.158's password:
Servidor.java
100% 366 5.9KB/s 00:00

C:\Users\yosaf\Desktop\Septimo\Distribuidos\T5 RMU\src>scp ./Remoto.java usuario@13.68.133.158:/home/usuario/out
usuario@13.68.133.158's password:
Remoto.java
100% 201 2.8KB/s 00:00

C:\Users\yosaf\Desktop\Septimo\Distribuidos\T5 RMU\src>scp ./Multiplicador.java usuario@13.68.133.158:/home/usuario/out
usuario@13.68.133.158's password:
Multiplicador.java
100% 618 10.0KB/s 00:00

C:\Users\yosaf\Desktop\Septimo\Distribuidos\T5 RMU\src>scp ./Servidor.java usuario@13.68.133.158:/home/usuario/out
usuario@13.68.133.158's password:
Servidor.java
100% 366 4.5KB/s 00:00

C:\Users\yosaf\Desktop\Septimo\Distribuidos\T5 RMU\src>scp ./Remoto.java usuario@13.82.215.137:/home/usuario/out
usuario@13.82.215.137's password:
Remoto.java
100% 201 2.8KB/s 00:00

C:\Users\yosaf\Desktop\Septimo\Distribuidos\T5 RMU\src>scp ./Servidor.java usuario@13.82.215.137:/home/usuario/out
usuario@13.82.215.137's password:
Servidor.java
100% 366 4.2KB/s 00:00

C:\Users\yosaf\Desktop\Septimo\Distribuidos\T5 RMU\src>scp ./Multiplicador.java usuario@13.82.215.137:/home/usuario/out
usuario@13.82.215.137's password:
Multiplicador.java
100% 618 8.0KB/s 00:00

C:\Users\yosaf\Desktop\Septimo\Distribuidos\T5 RMU\src>scp ./Multiplicador.java usuario@52.152.219.197:/home/usuario/out
usuario@52.152.219.197's password:
Multiplicador.java
100% 618 8.0KB/s 00:00

C:\Users\yosaf\Desktop\Septimo\Distribuidos\T5 RMU\src>scp ./Servidor.java usuario@52.152.219.197:/home/usuario/out
usuario@52.152.219.197's password:
Servidor.java
100% 366 5.1KB/s 00:00

C:\Users\yosaf\Desktop\Septimo\Distribuidos\T5 RMU\src>scp ./Remoto.java usuario@52.152.219.197:/home/usuario/out
usuario@52.152.219.197's password:
Permission denied, please try again.
usuario@52.152.219.197's password:
Remoto.java
100% 201 2.8KB/s 00:00

C:\Users\yosaf\Desktop\Septimo\Distribuidos\T5 RMU\src>
```

Paso de archivos a las máquinas virtuales

## Resultados de la multiplicación

Las IP privadas son: 10.0.0.5, 10.0.0.6, 10.0.0.7.

```
usuario@JR2019630143-0: ~/out
usuario@JR2019630143-0:~/out$ clear
usuario@JR2019630143-0:~/out$ usuario@JR2019630143-0:~/out$ java Cliente 10.0.0.5 10.0.0.6 10.0.0.7

Matriz A
[0.0, 4.0, 8.0, 12.0, 16.0, 20.0, 24.0, 28.0, 32.0]
[1.0, 5.0, 9.0, 13.0, 17.0, 21.0, 25.0, 29.0, 33.0]
[2.0, 6.0, 10.0, 14.0, 18.0, 22.0, 26.0, 30.0, 34.0]
[3.0, 7.0, 11.0, 15.0, 19.0, 23.0, 27.0, 31.0, 35.0]
[4.0, 8.0, 12.0, 16.0, 20.0, 24.0, 28.0, 32.0, 36.0]
[5.0, 9.0, 13.0, 17.0, 21.0, 25.0, 29.0, 33.0, 37.0]
[6.0, 10.0, 14.0, 18.0, 22.0, 26.0, 30.0, 34.0, 38.0]
[7.0, 11.0, 15.0, 19.0, 23.0, 27.0, 31.0, 35.0, 39.0]
[8.0, 12.0, 16.0, 20.0, 24.0, 28.0, 32.0, 36.0, 40.0]

Matriz B
[0.0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0]
[-4.0, -3.0, -2.0, -1.0, 0.0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0]
[8.0, -7.0, -6.0, -5.0, -4.0, -3.0, -2.0, -1.0, 0.0]
[-12.0, -11.0, -10.0, -9.0, -8.0, -7.0, -6.0, -5.0, -4.0]
[-16.0, -15.0, -14.0, -13.0, -12.0, -11.0, -10.0, -9.0, -8.0]
[-20.0, -19.0, -18.0, -17.0, -16.0, -15.0, -14.0, -13.0, -12.0]
[-24.0, -23.0, -22.0, -21.0, -20.0, -19.0, -18.0, -17.0, -16.0]
[-28.0, -27.0, -26.0, -25.0, -24.0, -23.0, -22.0, -21.0, -20.0]
[-32.0, -31.0, -30.0, -29.0, -28.0, -27.0, -26.0, -25.0, -24.0]

Matriz C
[816.0, 240.0, -336.0, -912.0, -1488.0, -2064.0, -2640.0, -3216.0, -3792.0]
[852.0, 240.0, -372.0, -984.0, -1596.0, -2208.0, -2820.0, -3432.0, -4044.0]
[888.0, 240.0, -408.0, -1056.0, -1704.0, -2352.0, -3000.0, -3648.0, -4296.0]
[924.0, 240.0, -444.0, -1128.0, -1812.0, -2496.0, -3180.0, -3864.0, -4548.0]
[960.0, 240.0, -480.0, -1200.0, -1920.0, -2640.0, -3360.0, -4080.0, -4800.0]
[996.0, 240.0, -516.0, -1272.0, -2028.0, -2784.0, -3540.0, -4296.0, -5052.0]
[1032.0, 240.0, -552.0, -1344.0, -2136.0, -2928.0, -3720.0, -4512.0, -5304.0]
[1068.0, 240.0, -588.0, -1416.0, -2244.0, -3072.0, -3900.0, -4728.0, -5556.0]
[1104.0, 240.0, -624.0, -1488.0, -2352.0, -3216.0, -4080.0, -4944.0, -5808.0]
-15520.0
usuario@JR2019630143-0:~/out$

usuario@JR2019630143-2:~/out$ clear
usuario@JR2019630143-2:~/out$ usuario@JR2019630143-2:~/out$ rmiregistry&
(1) 8567
usuario@JR2019630143-2:~/out$ java Servidor&
(2) 8586
usuario@JR2019630143-2:~/out$

usuario@JR2019630143-1:~/out$
usuario@JR2019630143-1:~/out$ usuario@JR2019630143-1:~/out$ rmiregistry&
(1) 8987
usuario@JR2019630143-1:~/out$ java Servidor&
(2) 9008
usuario@JR2019630143-1:~/out$

usuario@JR2019630143-3:~/out$
usuario@JR2019630143-3:~/out$ usuario@JR2019630143-3:~/out$ rmiregistry&
(1) 7487
usuario@JR2019630143-3:~/out$ java Servidor.java
error: file not found: Servidor.java
Usage: javac <options> <source files>
use --help for a list of possible options
usuario@JR2019630143-3:~/out$ ls
Multiplicador.java Remoto.java Servidor.java
usuario@JR2019630143-3:~/out$ javac Servidor.java
usuario@JR2019630143-3:~/out$ java Servidor&
(2) 7742
usuario@JR2019630143-3:~/out$
```

Resultados en la nube con N=9

```
usuario@R2019630143-0: ~/out
New release '20.04.3 LTS' available.
Run 'do-release-upgrade' to upgrade to it.

Last login: Sat Oct 16 15:35:50 2021 from 189.234.172.251
usuario@R2019630143-0:~$ cd out
usuario@R2019630143-0:~/out$ java Cliente 10.0.0.5 10.0.0.6 10.0.0.7
-8.2964261825496474E17
usuario@R2019630143-0:~/out$

[1] Exit 143
rmiregistry
usuario@R2019630143-2:~/out$ clear
usuario@R2019630143-2:~/out$ usuario@R2019630143-2:~/out$ rmiregistry&
[1] 8567
usuario@R2019630143-2:~/out$ java Servidor&
[2] 8586
usuario@R2019630143-2:~/out$

[1] 7487
usuario@R2019630143-3:~/out$ usuario@R2019630143-3:~/out$ rmiregistry&
[1] 7487
usuario@R2019630143-3:~/out$ javac Servidor.java
error: file not found: Servidor.java
Usage: javac <options> <source files>
use --help for a list of possible options
usuario@R2019630143-3:~/out$ ls
Multiplicador.java Remoto.java Servidor.java
usuario@R2019630143-3:~/out$ java Servidor.java
usuario@R2019630143-3:~/out$ java Servidor&
[2] 7742
usuario@R2019630143-3:~/out$
```

Resultado con N=3000

## Conclusiones

Una cosa muy interesante que me pasó fue que pensé que era algo trivial pasar de no usar RMI a usarlo en este caso. Fue interesante ver que con enteros y sí funcionaba bien sin alguna modificación especial, pero con double no fue así. Me agradó porque tuve que buscar en varios lugares, pensando que el error estaba en otro lado por la suposición con la que comencé. Por otro lado, resultó que no fue suficiente espacio para correr con N=3000, así que vino muy bien que nos explicara cómo cambiar el tamaño de la máquina cuando ya ha sido creada. Antes había visto RMI pero no me resultaba útil, en este caso, sin duda me lo parece, si tenemos un servidor muy potente y una computadora local no tan buena, entonces sería muy útil.